



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**IMAGIOLOGIA DA ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR**

Trabalho submetido por

**Ana Beatriz dos Santos Soares**

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**junho de 2016**





# **INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **IMAGIOLOGIA DA ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR**

Trabalho submetido por

**Ana Beatriz dos Santos Soares**

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

**Prof. Doutor José Grillo Evangelista**

**junho de 2016**



*“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”*

Antoine de Saint-Exupéry



## **Agradecimentos**

Por toda a disponibilidade e dedicação prestada durante este percurso acadêmico agradeço ao Professor Doutor José Grillo, que me acompanhou e ajudou nos momentos cruciais, a fim de concluir esta etapa com sucesso. O seu profissionalismo e relação humana caminham juntos, obrigada pelas críticas e conselhos que me farão crescer como pessoa e profissional.

Às minhas amigas, que juntas sempre acreditámos e nos apoiámos, um obrigada pela amizade, companheirismo e alegria constante nos momentos mais difíceis. Um agradecimento especial à minha parceira de box, Alexandra Lopes que esteve sempre presente nos bons e maus momentos.

À minha família, que apesar da sua ausência, sem todos eles não seria possível chegar ao término desta caminhada, um especial agradecimento aos meus Pais por todo o esforço e paciência dedicados ao longo destes anos. À Mariana, pela companhia e força que me transmitiu. Ao Ricardo, pelo apoio incondicional, exemplo de coragem e ajuda na superação dos obstáculos que ao longo desta etapa foram surgindo.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.





## Resumo

**Introdução:** A imagiologia é um meio complementar de diagnóstico essencial para o estudo das disfunções temporomandibulares (DTM) e tratamento de doentes com DTM, sendo, provavelmente, o meio complementar de diagnóstico mais usado. Nesta perspetiva, é fundamental, que o médico dentista conheça bem a anatomia, fisiologia e biomecânica da articulação temporomandibular (ATM) para poder estar apto a interpretar os exames imagiológicos da ATM. As técnicas imagiológicas durante muitos anos resumiram-se a radiografias (*plain film*) onde apenas eram visíveis as partes mineralizadas da articulação temporomandibular e as lesões, quando evidentes, com sobreposição de estruturas.

**Objetivos:** Este trabalho tem como objetivo descrever as técnicas imagiológicas mais usadas, como meios complementares de diagnóstico das DTM, discutir as suas vantagens e desvantagens e verificar quais as técnicas que fornecem mais e melhor informação para aperfeiçoar o diagnóstico, e, assim, conseguir um melhor tratamento dos doentes com DTM.

**Material e Métodos:** Foi efetuada uma pesquisa bibliográfica na base eletrónica PubMed e B-On, consulta de diversos livros e algumas revistas em suporte de papel.

**Desenvolvimento:** São inúmeras as técnicas imagiológicas que são utilizadas atualmente para o estudo das disfunções temporomandibulares. Estas dividem-se em duas categorias: avaliação de tecidos duros e tecidos moles, embora nem todas sejam eficazes na visualização das estruturas da ATM.

**Conclusões:** As conclusões sugerem que, atualmente, as técnicas imagiológicas mais eficientes são a tomografia computadorizada e a tomografia computadorizada por feixe cónico (tecidos duros); a imagem por ressonância magnética (tecidos moles) e a imagem nuclear (alterações fisiológicas).

**Palavras-chave:** Imagiologia da ATM; tomografia computadorizada da ATM; tomografia computadorizada por feixe cónico da ATM e ressonância magnética da ATM.



## **Abstract**

**Introduction:** Imaging is a complementary means of diagnosis, which is essential for the study of temporomandibular disorders and treatment of patients with Temporomandibular Joint Disorders; It probably is one of a complementary diagnostic tests most used. In this perspective, it is essential that a dentist knows well the anatomy, physiology and biomechanics of the temporomandibular joint in order to be able to interpret the diagnostic imaging of the temporomandibular joint. The imaging techniques for many years, summed up X-rays (plain film) that were only visible mineralised parts of temporomandibular joint injuries and, when evident, with overlapped structures.

**Objectives:** This study aims to describe the most commonly used imaging techniques, such as additional tests for diagnosing TMD, advantages and disadvantages. Verify which techniques provide more and qualitative information to improve diagnosis, and get effective treatment for patients with TMD.

**Material and Methods:** A bibliographic research was performed in electronic base PubMed and B-On, consultation of several books and some magazines on paper.

**Development:** There are numerous imaging techniques that are currently used for the study of temporomandibular disorders. These fall into two categories: evaluation of hard tissues and soft tissues, although, not all are effective in view of TMJ.

**Conclusions:** The findings suggest that, currently, the most efficient imaging techniques are computed tomography and cone beam computed tomography (hard tissue); a magnetic resonance imaging (soft tissue) and nuclear imaging (physiological changes).

**Keywords:** Imaging of the TMJ; computed tomography of the TMJ; cone beam computed tomography of the TMJ and MRI of the TMJ.



## Índice

Introdução .....	19
Desenvolvimento .....	23
1. Anatomia da Articulação Temporomandibular .....	23
1.1 Superfícies Articulares .....	23
1.2 Disco Articular .....	24
1.3 Meios de União .....	25
1.4. Sinoviais (Membrana Sinovial e Líquido Sinovial) .....	25
1.5 Tecidos Retrodiscais .....	26
1.6 Sistema Muscular .....	26
1.7 Inervação e Vascularização .....	29
2. Fontes de exposição à radiação .....	30
3. Imagiologia da ATM .....	33
3.1 Considerações gerais .....	33
3.2 Imagiologia dos tecidos duros da ATM .....	34
3.2.1 Telerradiografia da face de perfil .....	34
3.2.2 Tomografia Convencional .....	35
3.2.3 Ortopantomografia .....	38
3.2.4 Tomografia Computadorizada .....	42
3.2.5 Tomografia Computadorizada por feixe cónico (CBCT) .....	47
3.3 Imagiologia dos tecidos moles da ATM .....	50
3.3.1 Artrografia .....	50
3.3.2 Ecografia .....	51
3.3.3 Ressonância Magnética .....	54
3.4 Imagiologia Nuclear .....	57
Conclusões .....	61
Bibliografia .....	63



## Índice de Figuras

Figura 1 Côndilo Articular .....	23
Figura 2 Estruturas ósseas da ATM.....	24
Figura 3 Músculos Temporal.....	27
Figura 4 Músculo Masséter .....	27
Figura 5 Músculo Pterigóideu Medial (4) e Lateral (3).....	28
Figura 6 A – Músculo Digástrico; B – Função: Depressão Mandibular .....	29
Figura 7 Ramificação do nervo Trigêmeo no Gânglio Trigeminal .....	30
Figura 8 Efeito fotoelétrico.....	31
Figura 9 Efeito de Compton .....	32
Figura 10 Telerradiografia de Perfil .....	35
Figura 11 Princípio de formação da imagem na tomografia convencional.....	36
Figura 12 Tipos de movimentos usados na tomografia convencional.....	36
Figura 13 Ortopantomografia: Fratura do côndilo direito .....	40
Figura 14 Ortopantomografia. Caso de disfunção da ATM do lado direito por maloclusão .....	40
Figura 15 Ortopantomografia. Mandíbula encontra-se ligeiramente entreaberta o que permite que os côndilos apareçam e sejam examináveis sem sobreposições. No côndilo direito a imagem é compatível com uma exostose osteocondral com uma elevada percentagem de cartilagem .....	42
Figura 16 Ortopantomografia: Disfunção da ATM esquerda. Os côndilos em oclusão traduzem uma presumível alteração degenerativa no côndilo.....	42
Figura 17 Tomografia Computadorizada. ATM Direita: Exostose do côndilo mandibular direito, traduzindo a imagem de osteocondroma. ATM Esquerda com morfologia conservada .....	44
Figura 18 Feixe em leque da TC inclui uma única secção de tecido enquanto que feixe cónico do CBCT inclui uma área tridimensional numa única rotação de 360° .....	45
Figura 19 Tomografia computadorizada: Disco articular perfurado e fixo anteriormente em projecção direta lateral com janela de partes moles em oclusão habitual. O côndilo está deslocado para dorsal e o disco permanece fixado do lado ventral (setas) .....	46
Figura 20 Tomografia Computadorizada: O côndilo está á altura da eminência articular e o disco em posição de abertura bloqueada (setas).....	46

Figura 21 Reformatações multiplanares curvas simulam uma imagem panorâmica, obtida através do CBCT .....	49
Figura 22 Artrografia.....	51
Figura 23 Ecografia. Posicionamento do transdutor para a visualização da ATM. Na posição horizontal, visualiza-se a imagem no plano frontal. Na posição vertical, a imagem visualiza-se no plano sagital.....	53
Figura 24 Ressonância Magnética normal da ATM mostrando um menisco normal (M), posterior e superior ao côndilo (C) – a eminência articular (E) e o canal auditivo (AC) também é visível.....	56
Figura 25 Ressonância Magnética: Menisco deslocado (M) anteriormente ao côndilo (C) e canal auditivo (AC) e por baixo da eminência articular (E) .....	56
Figura 26 Ressonância Magnética: Sinais de osteoartrite no côndilo esquerdo, traduzindo sinais de edema/inflamação com substituição da medula gordo do osso esponjoso .....	57
Figura 27 Lesão metastática da região do côndilo esquerdo .....	59



## **Índice de Tabelas**

Tabela 1 Valores de absorção dos Rx para a mesma espessura em diferentes matérias.....	32
---	----



## **Índice de Siglas**

**ATM** – Articulação temporomandibular

**DTM** – Disfunção temporomandibular

**Rx** – Raios X

**TC** – Tomografia Computadorizada

**CBCT** – Cone Beam Computer Tomography

**RM** – Ressonância Magnética

**MHz** – Megahertz

**DADCR** – Deslocamento anterior do disco com redução

**DADSR** – Deslocamento anterior do disco sem redução

**SPECT** – Tomografia Computadorizada por fóton único

**PET** – Tomografia por emissão de pósitrons



## **Introdução**

A articulação temporomandibular (ATM) é uma unidade funcional com um papel importante ao nível da mastigação, fala, deglutição, paladar e respiração. Esta unidade estabelece uma interação complexa entre ossos, articulações, ligamentos, dentes, músculos e nervos, formando assim o aparelho estomatognático (Zagalo et al., 2010).

A ATM compreende a articulação entre a mandíbula e o osso temporal, que se classifica como bicôndilo-meniscartrose-conjugada (Esperança Pina, 1999; Zagalo et al., 2010), sendo constituída pelas superfícies articulares, côndilo mandibular e fossa temporal, com interposição de um disco fibrocartilaginoso, denominado de disco articular (Okeson, 2008).

Como é constituída por dois ossos (mandíbula e temporal), com um disco fibroso interposto, considerado por alguns autores, um osso não ossificado, também é classificada como uma articulação composta (Okeson, 2008).

A ATM é das últimas articulações diartrodiais a desenvolver-se no período de gestação, esta não se encontra formada na região craniofacial até que a 8ª semana de gestação esteja concluída (Bag et al., 2014).

Embriologicamente, a maxila, a mandíbula, os músculos da mastigação e o disco articular (bicôncavo) desenvolvem-se no 1º arco branquial durante a 14ª semana de gestação. Em comparação com outras articulações diartrodiais a ATM é consideravelmente subdesenvolvida no nascimento, tornando-se suscetíveis a alterações perinatais e pós-natais. A articulação desenvolve-se até aos primeiros anos da infância visto que a mandíbula é solicitada até a essa fase para o ato de sucção e mastigação (Bag et al., 2014).

As doenças da articulação temporomandibular estão presentes numa elevada proporção da população (Roberts, Pettigrew, Ram, & Joseph, 1984) e são uma causa frequente da consulta médica. Segundo estudos realizados afeta aproximadamente 3 a 7% dos pacientes que procuram atendimento médico (Bag et al., 2014). Poderá ocorrer devido a diversas doenças: inflamatórias, traumáticas, congénitas e neoplásicas, porém a causa mais comum está associada a uma série de transtornos funcionais relacionados com a dor da articulação, mais conhecidos por disfunções da articulação temporomandibular,

podendo afetar diferentes estruturas tais como a articulação, os músculos mastigadores e estruturas da cabeça e do pescoço (Lor & Balç, 2014).

A imagiologia médica refere-se ao leque de modalidades ou técnicas capazes de fornecer imagens do corpo humano com propósitos clínicos, obtendo imagens relevantes para o apoio à decisão médica no diagnóstico ou tratamento de enfermidades (Bushberg, Seibert, Leidholt Jr., & Bonne, 2001; Rocha, 2007).

A variedade de técnicas desenvolvidas ao longo dos últimos 50 anos incluem imagem com núcleos radioativos (medicina nuclear), ecografia, tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética e radiografia digital (Doi, 2006).

A imagiologia do corpo humano requer alguma forma de energia. A luz visível, que tem capacidade limitada de penetrar nos tecidos em profundidade é utilizada para observação direta do paciente (Bushberg et al., 2001).

A imagiologia médica atual inclui não só processos destinados à produção de imagens, mas também o seu processamento, visualização (*display*), gravação, armazenamento e transmissão, sendo deste modo a produção de imagens apenas um dos aspetos da tecnologia de imagiologia moderna (Doi, 2006).

O papel da imagiologia na medicina dentária poderá apresentar diversas vertentes dependendo da natureza da informação necessária para avaliar. O conhecimento adequado das capacidades e do grau de complexidade de um determinado exame imagiológico é de extrema importância, permitindo ao clínico seleccionar e utilizar a técnica radiológica apropriada, de modo a alcançar o resultado esperado. Com esta informação poder-se-á resguardar o paciente de tempo e gastos desnecessários e ainda a exposições inúteis de radiação (Genovese, 1996; Mupparapu & Singer, 2004).

As técnicas imagiológicas radiográficas (*plain film*), a tomografia convencional, a ortopantomografia, a tomografia computadorizada (TC), a ressonância magnética (RM) e a ecografia são consideradas técnicas morfológicas ou estruturais, pois detetam diferenças estruturais específicas ou alterações anatómicas. Do outro lado do espectro situa-se a imagiologia nuclear, considerada uma técnica funcional visto que avalia alterações fisiológicas decorrentes de alterações bioquímicas a nível celular (White & Pharoah, 2009).

Durante décadas as técnicas imagiológicas resumiam-se apenas a radiografias em que, tanto a fonte de raios X (Rx), como o recetor de imagem se encontravam fixos numa determinada posição. As radiografias mostram apenas as partes mineralizadas da ATM, e quase sempre, só aparecem lesões ósseas quando a lesão e/ou alteração são evidentes; isto é, lesões incipientes da ATM não são visíveis nas radiografias. As radiografias apresentam também outro óbice que é a sobreposição de estruturas adjacentes à ATM. No intuito de superar esta lacuna foram desenvolvidos vários protocolos de técnicas imagiológicas, baseadas nas radiografias, de modo a evidenciar a ATM a partir de ângulos diferentes. Frequentemente são usados protocolos em que as imagens se complementam, de modo a proporcionar uma informação mais completa que contribua para o diagnóstico mais preciso e um tratamento mais eficaz (Lewis, Dolwick, Abramowicz, & Reeder, 2008).

O exame radiográfico é um passo essencial no diagnóstico e plano do tratamento em medicina dentária (Küstner, 2005).

Foram criadas ao longo dos anos, uma grande variedade de técnicas imagiológicas que permitem estudar as disfunções temporomandibulares (DTM), embora nem todas sejam igualmente eficazes na visualização das estruturas da ATM (Brooks, Brand, Gibbs, Hollender, Lurie, Omnell, et al., 1997).

Visto que a natureza das DTM é multifatorial, é necessário um diagnóstico complexo. Assim o exame de um paciente com DTM é realizado através de procedimentos clínicos como a palpação muscular, auscultação de sons articulares e análise da função mandibular, bem como da imagem da ATM (Galhardo et al., 2013).

A imagiologia tem sido e é, atualmente, um dos meios de diagnóstico mais utilizados no estudo das DTM, tendo em conta a variedade de doenças que afetam a ATM (Lewis et al., 2008). As mais comuns podem agrupar-se em malformações genéticas ou congénitas da mandíbula ou dos ossos do crânio; distúrbios adquiridos; distúrbios inflamatórios e doença articular degenerativa (Brooks, Brand, Gibbs, Hollender, Lurie, Omnell, et al., 1997).

Por norma, a imagiologia é uma ferramenta de diagnóstico que é prescrita quando os doentes referem dor e/ou sintomas de DTM e quando o exame clínico não é conclusivo, com o objetivo de clarificar o diagnóstico (Petersson, 2010).

A necessidade de técnicas imagiológicas para o estudo da ATM deve ser estabelecida com base em critérios de seleção que devem incluir evidência clínica da presença de doença intra-articular (Pharoah, 1999). Essa evidência é fornecida por sinais e sintomas que surgem quando o exame imagiológico pode contribuir para o diagnóstico e tratamento do doente (“Recommendations in radiographic practices: an update, 1988. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment.” 1989).

Antes de optar por uma técnica imagiológica, como meio auxiliar de diagnóstico é conveniente e fundamental conhecer o problema clínico; saber se a técnica imagiológica é indicada para tecidos duros ou moles (Brooks et al., 1997; Dworkin & LeResche, 1992; Westesson, 1993); verificar se essa técnica fornece novas informações relevantes e se pode contribuir para a escolha do tratamento bem como para o seu prognóstico (Limchaichana, Nilsson, Ekberg, Nilner, & Petersson, 2007; Westesson, 1993) sem despesas nem exposição desnecessárias para o doente (Brooks, Brand, Gibbs, Hollender, Lurie, Omnell, et al., 1997).

Por norma, o protocolo de exame por imagem começa com o estudo imagiológico dos tecidos duros, de modo a avaliar os contornos ósseos, a posição espacial entre o côndilo e a fossa e a amplitude da cinemática mandibular, sendo recomendável a combinação de várias técnicas para uma melhor visualização das estruturas da ATM (Petrikowski, 2004).

O exame imagiológico dos tecidos moles está primordialmente indicado quando existe necessidade de conhecer a posição do disco e anomalias musculares, ligamentares e dos tecidos circundantes, bem como a presença de edemas e derrames intra-articulares (Petrikowski, 2004).

A influência do observador é outro dos fatores críticos na avaliação da técnica imagiológica, como meio auxiliar de diagnóstico, pois é consensual que a variação intra e inter observador influencie os resultados dos estudos imagiológicos (Petersson, 2010).



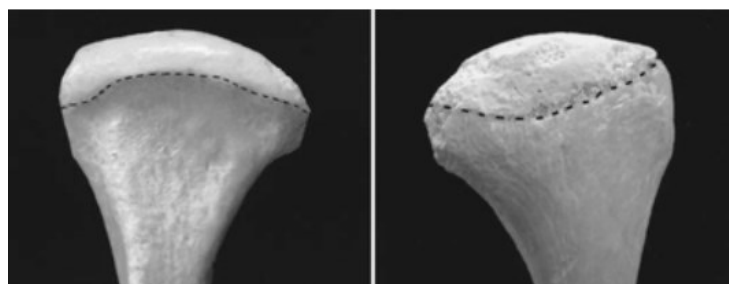
## Desenvolvimento

### 1. Anatomia da Articulação Temporomandibular

#### 1.1 Superfícies Articulares

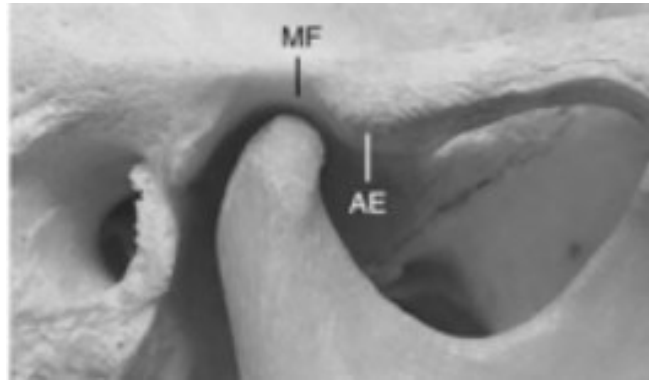
As superfícies articulares da ATM diferem da maioria das articulações sinoviais tanto na sua composição como no seu desenvolvimento, cujas faces articulares são revestidas por cartilagem hialina. São cobertas por uma camada de tecido fibroso, conferindo-lhes maior resistência às forças oclusais e de movimento (Zagalo et al., 2010). A presença de tecido fibroso faz com que o atrito entre as superfícies articulares seja menor, permitindo a absorção de forças de compressão, sendo menos suscetíveis aos efeitos da idade, o que se traduz numa menor probabilidade de rutura ao longo do tempo e numa maior capacidade de regeneração (Bumann & Lotzman, 2002; Wadhwa & Kapila, 2008).

O côndilo da mandíbula (Figura 1) constitui a superfície articular mandibular, sendo esta descrita como uma superfície de forma elíptica devido ao tipo de alimentação do Homem. Podem ser observadas duas projeções denominados de polos, um lateral e outro medial (Okeson, 2008; Zagalo et al., 2010).



**Figura 1 Côndilo Articular.** Esq. – Vista anterior; Dir. – Vista posterior; A linha tracejada delimita a superfície articular (Okeson, 2008)

A superfície articular do temporal é constituída pela eminência articular, também denominada de raiz transversa da apófise zigomática e pela fossa do temporal (Figura 2). A eminência articular apresenta-se convexa da frente para trás e ligeiramente côncava de fora para dentro (Esperança Pina, 1999; Zagalo et al., 2010).



**Figura 2 Estruturas ósseas da ATM (vista sagital).** AE – Eminência Articular; MF – Fossa Temporal (Okeson, 2008)

## **1.2 Disco Articular**

A estrutura mais importante da ATM é o disco articular (Tomas, Pomes, Berenguer, & Quinto, 2006). O disco articular é fibroso e divide a cavidade articular em dois compartimentos. Este é uma estrutura que tem um papel funcional, porque proporciona uma face articular passiva e móvel que recebe o movimento de translação feito pelo côndilo da mandíbula. O disco é constituído por tecido conjuntivo fibroso rico em colagénio (fibras paralelas) e a sua forma (elítica bicôncava) é a mesma das faces articulares com as quais contacta. A superfície inferior é côncava tal como a superfície superior, as zonas posterior e anterior são mais espessas, delimitando uma zona central mais fina. No sentido ântero-posterior, a zona posterior possui uma espessura de 3mm, uma zona intermédia com 1mm (avascular e aneural) e por fim uma zona anterior com 2mm. No sentido transversal a maior espessura é medial e possui uma íntima adaptação às superfícies articulares (Zagalo et al., 2010).

De acordo com a sua composição físico-química e arranjo geométrico da sua matriz extracelular é considerado um tecido micro-heterogéneo com especializações regionais distintas e avasculares na sua face central, o que lhe permite suportar melhor as forças de pressão. A estabilidade do disco articular é garantida pelas estruturas às quais se encontra unido, tais como os tecidos retrodiscais na região posterior, cápsula articular na região superior, inferior e anterior, e fibras tendinosas do músculo pterigóideu lateral, na região anterior (Okeson, 2008).

### **1.3 Meios de União**

Como meios de união descrevemos a cápsula articular, fina e laxa, cuja inserção se faz no contorno das superfícies articulares e no contorno do disco interarticular (Zagalo et al., 2010). Esta cápsula é capaz de criar resistência a forças nocivas à ATM, adere ao disco interarticular em toda a sua extensão, através de fibras longas superficiais que se estendem do temporal à mandíbula e de fibras curtas responsáveis pela união das estruturas ósseas ao disco, promovendo a divisão da cavidade articular em duas porções: uma temporomeniscal e outra meniscotemporal, capazes de reter o líquido sinovial essencial ao bom funcionamento da articulação. Existem ainda ligamentos à distância ou acessórios que apenas contribuem para a manutenção da posição das superfícies articulares de forma indireta: o ligamento esfenomandibular, estilomandibular e o pterigo-espinhal (Esperança Pina, 1999; Zagalo et al., 2010).

### **1.4. Sinoviais (Membrana Sinovial e Líquido Sinovial)**

O disco interarticular, que se encontra unido à cápsula articular, divide a cavidade articular em duas porções, pelo que podemos considerar duas sinoviais distintas, uma superior, entre o temporal e o disco, e uma inferior, entre o disco e o côndilo da mandíbula (Esperança Pina, 1999).

Histologicamente a membrana sinovial é formada por duas camadas, a íntima secretora, com células tipo A para realizar a síntese de ácido hialurônico, e as células do tipo B para a síntese de proteínas. A camada subíntima, é constituída por tecido conjuntivo laxo, altamente vascularizado, innervado e celular, onde é possível encontrar a presença de fibrócitos, macrófagos e células indiferenciadas (Okeson, 2008).

O líquido sinovial é uma mistura de ácido hialurônico embebido em água e iões que deriva de um composto da diálise do plasma sanguíneo (células tipo A), proteínas (células tipo B) e hialuronato de sódio (células tipo A) (Zagalo et al., 2010). Este, por um lado é responsável pelo metabolismo e nutrição das estruturas avasculares, por outro atua também como lubrificante entre as superfícies articulares durante a sua função. A carga muscular aumentada ou a alteração bioquímica do líquido sinovial levam à perda de viscosidade e ao aumento da resistência ao atrito (Okeson, 2008; Zagalo et al., 2010).

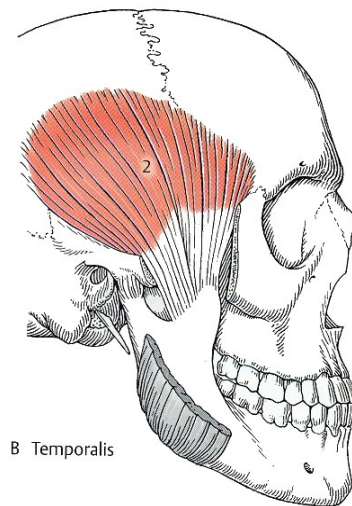
### 1.5 Tecidos Retrodiscais

Segundo Bumann (2002), a porção posterior da ATM é constituída por uma zona designada de zona bilaminar, constituída por duas lâminas: superior e inferior, entre as quais se encontra o *genu vasculosum* com numerosos vasos, nervos e tecido adiposo. O estrato superior, responsável pelo movimento de recolher o disco articular, especialmente na fase inicial de encerramento da mandíbula, é composto por uma rede de fibras elásticas e colageneas, tecido adiposo e vasos sanguíneos. Em contraste, o estrato inferior, uma das estruturas responsáveis pela estabilização do disco articular sobre o côndilo, é composto por fibras colageneas pobremente organizadas.

### 1.6 Sistema Muscular

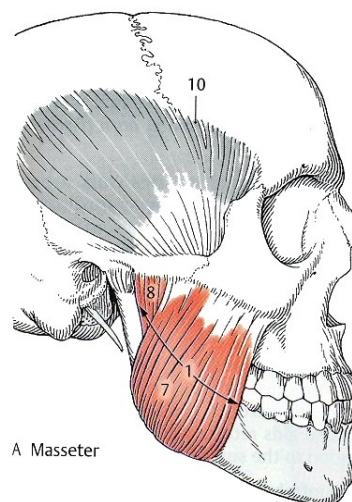
Os músculos atuam sobre a articulação para obter movimento. Os movimentos da mandíbula raramente ocorrem isolados e envolvem combinações complexas da atividade muscular. Possuem ação sobre a ATM, os músculos mastigadores, o masséter, o temporal, os pterigoideus medial e lateral e os supra e infra hiódeus; como auxiliares encontramos o platisma, o trapézio, o esternocleidomastóideo e os músculos da mímica (Zagalo et al., 2010).

O músculo temporal é um músculo grande, plano e radiado, insere-se superiormente, na fossa e na fáscia temporal. Apresenta três feixes distintos com base na orientação das fibras: feixes anteriores (verticais), feixes médios (oblíquos) e feixes inferiores (horizontais) (Figura 3). Daqui as suas fibras dirigem-se para baixo e para a frente e inserem-se na apófise coronóide da mandíbula e no bordo anterior do ramo da mandíbula. A contração simultânea dos três feixes musculares promove a elevação da mandíbula, dado que a contração da porção anterior apenas promove a retrusão do côndilo e a porção posterior tem ação de ambos os movimentos (Esperança Pina, 1999; Rouvière & Delmas, 1999; Okeson, 2008; Zagalo et al., 2010).



**Figura 3 Músculos Temporal**  
(Hansen & Koeppen, 2002)

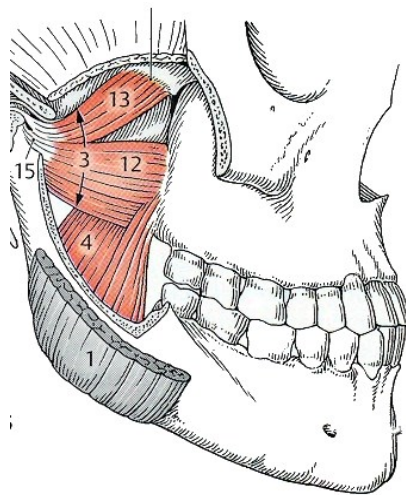
O masséter é um músculo curto, grosso e retangular, também constituído por dois feixes: superficial com fibras oblíquas e profundas. É de dimensões mais reduzidas e as fibras são orientadas na vertical. Este músculo estende-se em cima do arco zigomático e malar até à face lateral do ângulo e ramo ascendente da mandíbula. Sendo um dos músculos com função de elevação mandibular, durante a contração da sua porção superficial pode ocorrer protusão mandibular (Esperança Pina, 1999; Rouvière & Delmas, 1999; Okeson, 2008; Zagalo et al., 2010) (Figura 4).



**Figura 4 Músculo Masséter** (Hansen & Koeppen, 2002)

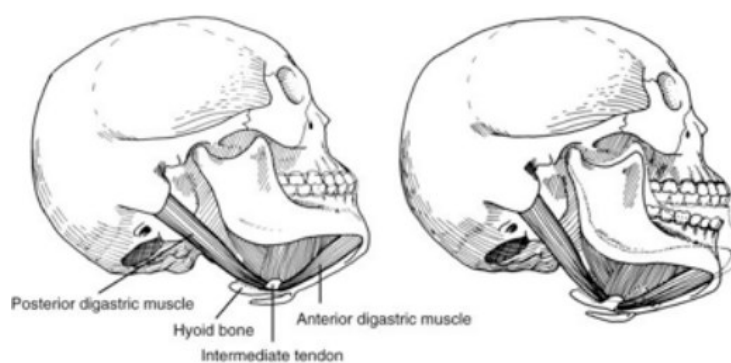
O pterigoideu medial é um músculo grosso e quadrilátero, que se insere, em cima na fossa pterigoideia, onde as fibras se dirigem para trás, baixo e fora, na apófise piramidal do palatino e na tuberosidade da maxila e em baixo até à face medial e ramo ascendente da mandíbula (Zagalo et al., 2010) (Figura 5). A contração simultânea das suas fibras promovem a elevação da mandíbula, embora apresente também atividade no movimento de protusão (Rouvière & Delmas, 1999; Okeson, 2008).

O pterigoideu lateral é um músculo curto, grosso, aplanado transversalmente e está situado na região infratemporal, parte da grande asa do esfenóide (cabeça superior) e apófise pterigoide (cabeça inferior). A cabeça superior vai fixar-se na cápsula do disco articular da ATM e a cabeça inferior no colo do côndilo da mandíbula (Figura 5). A cabeça superior do músculo pterigoideu lateral é o único músculo responsável pela abertura da boca e a contração conjugada de todos os músculos mastigadores, dos dois lados da cabeça origina os movimentos complexos da mastigação omnívora (Zagalo et al., 2010). É de salientar que aproximadamente 80% das fibras deste músculo são fibras lentas, o que significa que são relativamente resistentes à fadiga, logo, têm a capacidade de suportar o côndilo articular numa posição estável durante longos períodos de tempo (Esperança Pina, 1999; Rouvière & Delmas, 1999; Okeson, 2008).



**Figura 5 Músculo Pterigóideu Medial (4) e Lateral (3)** (Hansen & Koeppen, 2002)

O músculo digástrico, tal como o nome indica, é constituído por dois ventres, que se inserem na apófise mastóide do temporal (ventre posterior) e na fosseta digástrica da mandíbula (ventre anterior), o seu tendão central prende-se ao osso hióide por um anel fibroso (Zagalo et al., 2010) (Figura 6). Não sendo considerado músculo da mastigação, o músculo digástrico possui um papel importante ao nível da função mandibular, sendo responsável pelos movimentos associados à deglutição. Quando ocorre a sua contração simultânea com o osso hióide fixo pelos músculos supra e infra-hioideus, a mandíbula desce e é tracionada para trás ocorrendo abertura da boca, mas quando a mandíbula está estável, os músculos digástricos juntamente com os músculos supra e infra-hioideus elevam o osso hióide (Esperança Pina, 1999; Rouvière & Delmas, 1999; Okeson, 2008).

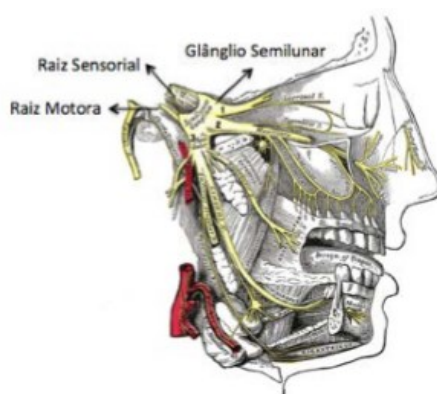


**Figura 6 A – Músculo Digástrico; B – Função: Depressão Mandibular** (Okeson, 2008)

### 1.7 Inervação e Vascularização

A inervação sensitiva e motora da ATM, tal como dos músculos que a controlam, é assegurada pelo ramo mandibular do trigémio (V par craniano), através dos nervos auriculotemporal, temporal profundo e massetérico (Zagalo et al., 2010). O trigémio é um nervo mais relevante em Medicina Dentária, designado por quinto par craniano, encontra-se repartido em três ramos distintos a nível do Gânglio Trigeminal: o nervo oftálmico, o nervo maxilar e o nervo mandibular (Figura 7) e contém uma raiz sensitiva e outra motora. Além da componente sensitiva ser consideravelmente superior, esta assegura praticamente toda a inervação sensitiva da face e das cavidades anexas a esta. A componente motora é constituída por fibras que acompanham o nervo mandibular, responsável pela musculatura da mastigação (M. C. Dofka, 2000; Gray, 2000).

O nervo oftálmico é um nervo sensorial e ao atingir as órbitas divide-se em três ramos terminais: nervo nasociliar, nervo frontal e lacrimal, estes nervos permitem assegurar a sensibilidade da cavidade orbital e o seu conteúdo. O nervo maxilar, também considerado um nervo sensorial divide-se em vários ramos: palatino anterior, médio e posterior, nasopalatino, infraorbital, zigomático e esfenopalatino (C. M. Dofka, 2000; Gray, 2000). O nervo mandibular é o maior dos três ramos e representa um nervo misto, contendo componente sensitiva e motora, responsável pela movimentação deste osso. Encontra-se dividido em cinco ramos: alveolar inferior, mentoniano, incisivo, lingual e bucal (M. C. Dofka, 2000; Zagalo et al., 2010).



**Figura 7 Ramificação do nervo Trigêmeo no Gânglio Trigeminal. 1-Nervo oftálmico; 2-Nervo maxilar; 3-Nervo mandibular (Gray, 2000)**

A irrigação sanguínea da ATM é feita pela artéria carótida externa através de ramos da artéria temporal superficial, artéria auricular profunda, artéria timpânica anterior, artéria faríngea ascendente e artéria maxilar interna (Zagalo et al., 2010).

## **2. Fontes de exposição à radiação**

A descoberta dos Rx em 1895 na Alemanha por W.C.Roentgen, levou a uma nova era na Medicina e Medicina Dentária (Karatas & Toy, 2014), dando origem ao fenómeno da radiação que se caracteriza pela transmissão de energia através do espaço e da matéria, podendo ocorrer de duas formas: radiação de partículas e radiação eletromagnética. A radiação de partículas compreende as partículas de núcleo atômico ou subatômico, enquanto que a radiação eletromagnética consiste no movimento da energia através do



espaço, existindo uma combinação de campos elétricos e magnéticos (White & Pharoah, 2009).

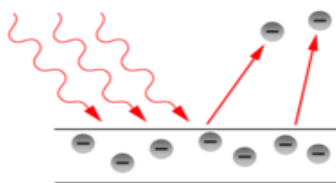
A radiação presente nos Rx é eletromagnética e estes são produzidos nas máquinas que produzem Rx a partir de uma interação extra-nuclear de elétrons como o núcleo. Dependendo da energia que lhe está associada, neste espectro a radiação poderá ser ionizante ou não ionizante (White & Pharoah, 2009).

Numa máquina de Rx, os fatores que controlam o seu feixe são: a duração de exposição do feixe, a taxa de exposição, a energia do feixe, a forma do feixe e a distância alvo/doente, ou seja, se houve alguma alteração destes fatores, vai existir uma modificação do feixe de Rx (White & Pharoah, 2009).

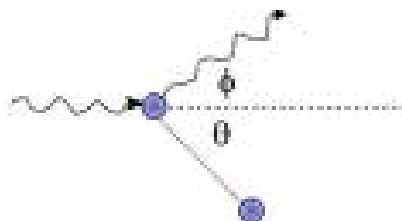
Como todas as ondas eletromagnéticas, os Rx apresentam um conjunto de propriedades, sendo as mais importantes o poder penetrante e o efeito fotográfico. O poder penetrante é a capacidade de atravessar corpos opacos à incidência da luz visível, já o efeito fotográfico é a obtenção da película radiográfica visto que os Rx reduzem os sais de prata das emulsões fotográficas (Martins Pisco & Aires de Sousa, 1999).

São ainda propriedades dos Rx, o efeito ionizante, efeito este capaz de ionizar os gases que atravessa e o efeito luminescente, que se caracteriza pela produção de fluorescência quando atinge certas substâncias (Martins Pisco & Aires de Sousa, 1999).

A imagem radiográfica pode ser obtida através de dois tipos de efeito: o efeito fotoelétrico (Figura 8), onde o fóton pode chocar com o elétron e transferir toda a sua energia; e o efeito de *Compton* (Figura 9), onde após o choque do fóton com o elétron apenas parte da sua energia é transferida, o que provocará perda de definição da imagem radiográfica (Martins Pisco & Aires de Sousa, 1999).



**Figura 8 Efeito fotoelétrico**  
(Imagem cedida pelo Professor  
Doutor José Grillo)



**Figura 9 Efeito de Compton**  
(Imagem cedida pelo Professor  
Doutor José Grillo)

Existem vários fatores que influenciam o efeito fotoelétrico (Martins Pisco & Aires de Sousa, 1999):

- Número Atômico (Z): quanto maior o Z, maior será a absorção de fótons de Rx, maior será o efeito fotoelétrico e mais claro ficará esse órgão.
- Densidade: quanto maior a densidade do meio, maior o número de átomos, logo, maior será o número de elétrons e consequentemente a absorção de densidade.
- Espessura: quanto maior a espessura, maior o número de átomos e dos seus elétrons, aumentando a probabilidade de a energia do feixe ser absorvida.

**Tabela 1 Valores de absorção dos Rx para a mesma espessura em diferentes matérias (Tabela cedida pelo Professor Doutor José Grillo)**

<b>Tipo de Matéria</b>	<b>Densidade</b>	<b>Nº. Atômico</b>	<b>Valor de Absorção Relativo</b>
<b>ÁGUA</b>	1	14	1
<b>AR</b>	0.0013	15	0.001
<b>TECIDOS MOLES</b>	1.01-1.06	12	1.2
<b>GORDURA</b>	0.92	12	0.8
<b>OSSO</b>	1.9	24	18

Nas técnicas radiológicas, a energia utilizada para produzir uma imagem terá de se mostrar capaz de penetrar nos tecidos. Na radiologia de diagnóstico, a energia do espectro eletromagnético encontra-se fora da região da luz visível, denominada de Rx. A radiação ionizante compreende modalidades como a radiografia, tomografia

convencional e computadorizada. Outras regiões do espectro eletromagnético são utilizadas na imagiologia, nomeadamente radiação gama, para medicina nuclear e energia mecânica, na forma de ondas de som a altas frequências para a ecografia. À exceção da medicina nuclear, cujos agentes radioativos são injetados ou ingeridos pelo paciente, todas as outras modalidades exigem que a energia utilizada para penetrar nos tecidos interaja com esses mesmos tecidos. Se a energia se limitar a atravessar o corpo e não experimentar qualquer tipo de interação, (absorção, atenuação ou dispersão), então a energia detetada não possuirá nenhuma informação útil relativa à anatomia interna, não sendo possível a construção de uma imagem anatômica utilizando essa informação (Bushberg et al., 2001).

A radiação natural inclui dois tipos de radiação: origem externa e a de origem interna. A radiação de origem externa diz respeito ao somatório da radiação cósmica e da radiação terrestre, que tem origem no meio ambiente e contribui com 16% da radiação total a que a população se encontra exposta, por sua vez a radiação de origem interna é constituída por radionuclídeos que são absorvidos a partir do meio ambiente externo por inalação ou ingestão. O organismo humano não consegue distinguir entre isótopos radioativos e elementos químicos, assim, todos os isótopos, sejam eles radioativos ou não, têm a mesma possibilidade de serem incorporados no corpo humano (White & Pharoah, 2009).

Estima-se que esta fonte de radiação seja responsável por 67% da radiação a que a população se encontra exposta. A radiação artificial divide-se em grandes fontes de energia, pequenas fontes de energia, produtos industriais e de consumo e ainda radiação emitida por aparelhos de radiodiagnóstico e tratamento. Esta contribui em média com uma radiação efetiva correspondente a 17% da exposição anual à radiação de um indivíduo (White & Pharoah, 2009).

### **3. Imagiologia da ATM**

#### **3.1 Considerações gerais**

A imagiologia é essencial para o diagnóstico e tratamento de doentes com DTM (Assael, Bell, Dierks, Brar, & Potter, 2007), sendo, como meio auxiliar de diagnóstico, provavelmente a mais usada. Nesta perspetiva, é importante que o médico dentista

conheça a anatomia, fisiologia e biomecânica da ATM, para poder estar apto a interpretar os exames imagiológicos da ATM e, em cada situação, escolher o que mais informação pode fornecer, para melhorar o diagnóstico e o plano de tratamento (Brooks, Brand, Gibbs, Hollender, Lurie, Omnell, et al., 1997; Pharoah, 1999; Lewis et al., 2008; Okeson, 2008; Petersson, 2010).

Estas considerações são importantes porque os objetivos das técnicas imagiológicas, como meios auxiliares de diagnóstico das DTM, visam analisar a integridade das estruturas articulares quando existe suspeita de lesão e determinar a extensão da lesão ou monitorizá-la quando ela existe, bem como avaliar a eficácia do tratamento instituído (Brooks, Brand, Gibbs, Hollender, Lurie, Omnell, et al., 1997; Lewis et al., 2008).

Existem alguns aspetos que dificultam o diagnóstico na observação da imagem da ATM, são eles: as variações anatómicas presentes no côndilo e na fossa do temporal; as técnicas imagiológicas utilizadas para os tecidos duros diferem das técnicas utilizadas para os tecidos moles, e vice-versa; existe um grande número de estruturas ósseas que se sobrepõe na obtenção da imagem e ainda a própria estrutura tridimensional formada pelo côndilo e pela superfície articular do temporal podem produzir distorção da imagem obrigando assim a individualização do ângulo de projeção em cada indivíduo. (Küstner, 2005)

### **3.2 Imagiologia dos tecidos duros da ATM**

#### **3.2.1 Telerradiografia da face de perfil**

A telerradiografia da face de perfil permite-nos estudar a relação da ATM de boca aberta e fechada com outras estruturas anatómicas como: a coluna cervical, base do crânio, axis e osso hióide (Küstner, 2005) (Figura10). É um tipo de radiografia em que o feixe de Rx tem uma orientação perpendicular ao plano sagital médio do doente e do recetor de imagem, centrando-se sobre o meato auditivo externo. Por sua vez, o recetor de imagem posiciona-se paralelamente ao plano sagital médio do doente que se encontra com a face esquerda encostada ao recetor (Tetradis & Kantor, 2014). Este tipo de Rx é utilizado no estudo das estruturas crânio-vertebrais, craniofaciais e crânio-hioideias, ao fornecer indiretamente informação que pode ter implicações no diagnóstico das DTM

(Bumann & Lotzman, 2002), também é usada no estudo das deformidades causadas por assimetrias (Boeddinghaus & Whyte, 2008). Assim, esta técnica radiológica é útil para avaliar discrepâncias secundárias do esqueleto, em especialidades como a ortodontia, sendo de pouco interesse no estudo da patologia da ATM (Küstner, 2005).



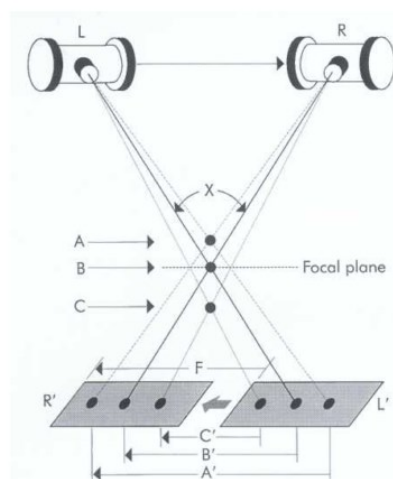
**Figura 10 Telerradiografia de Perfil** (Couceiro & Vilella, 2010)

### 3.2.2 Tomografia Convencional

O primeiro tomógrafo foi testado no Hospital Atkinson Morley em Londres. Este apenas permitia *scanear* a cabeça do doente e o tempo dispensado era de 4,5 minutos para apenas uma seção, somando ainda 1,5 minutos para reconstruir a imagem no computador. Com a evolução da tecnologia houve um crescente melhoramento da imagem bem como do tempo de aquisição e qualidade da mesma. A dose de radiação também foi consideravelmente reduzida. Atualmente os aparelhos suportam o corpo inteiro e a reprodução de uma seção demora menos de um segundo (Daniela Gamba Garib, Raymundo Jr., Raymundo, Raymundo, & Ferreira, 2007).

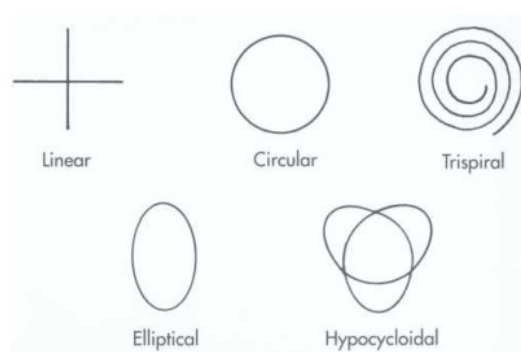
Muitos autores consideram que a tomografia convencional deve ser o primeiro exame de diagnóstico a ser solicitado (Küstner, 2005).

Nesta técnica imagiológica o feixe de Rx e o recetor de imagem movem-se simultaneamente, à volta de um ponto fixo, em sentidos opostos. Os objetos que se encontram num plano específico de interesse, apresentam-se focados, enquanto que as restantes estruturas fora do plano focal encontram-se desfocadas (Lewis et al., 2008) (Figura 11).



**Figura 11 Princípio de formação da imagem na tomografia convencional**  
(White & Pharoah, 2009)

A nitidez da imagem no plano focal depende da complexidade do movimento realizado entre o feixe de Rx e o recetor de imagem. São conhecidos cinco movimentos tomográficos: linear, circular, elíptico, hipocicloidal e espiral (Figura 12). Os tomogramas com movimentos lineares têm uma qualidade inferior às tomografias obtidas pelos outros movimentos, pois existe uma desfocagem irregular dos objetos situados fora do plano de focagem (White & Pharoah, 2009).



**Figura 12 Tipos de movimentos usados na tomografia convencional** (White & Pharoah, 2009)

A literatura refere que a tomografia convencional tem pouco impacto no estudo das DTM, pois não existe relação entre os dados observados no Rx e a sintomatologia dolorosa (Wiese et al., 2007). Contudo, num estudo realizado por White & Pullinger, em 1995 afirmam que a tomografia pode influenciar de algum modo o diagnóstico clínico e o plano de tratamento dos doentes com DTM (White & Pullinger, 1995). Estudo este que é corroborado por outro mais recente que comprova que existe uma forte relação entre o aumento da idade, nomeadamente nas mulheres e a crepitação grosseira sentida na ATM, estando esta relação intimamente ligada a alterações degenerativas observadas nos exames tomográficos (Wiese et al., 2007).

Desde modo é difícil prever o valor da tomografia da ATM no diagnóstico e tratamento das DTM (Petersson, 2010), embora num estudo de revisão sistemática, efetuado em 2008, as conclusões expõem que os exames tomográficos convencionais, corrigidos axialmente, são a modalidade imagiológica de escolha no diagnóstico das erosões e dos osteófitos da ATM (Hussain, Packota, Major, & Flores-Mir, 2008).

Atualmente esta técnica tem caído em desuso devido à superior resolução em baixo contraste da CT, CBCT e RM, (Lewis et al., 2008) assim o recurso à tomografia convencional é apenas para o estudo da anatomia de alto contraste da ATM (White & Pharoah, 2009).

Esta técnica imagiológica resulta em finas seções de modo a observar as estruturas sem sobreposições. Devido à obtenção de várias imagens, esta técnica é mais útil que a radiografia transcraniana no sentido de avaliar a posição do côndilo e alterações ósseas (Küstner, 2005).

Em regra, as tomografias são obtidas no plano sagital, nas posições de boca fechada com vários cortes e na posição de boca aberta com um único corte e com uma cunha para manter a abertura. Nas posições corrigidas temos que o ângulo formado entre o grande eixo do côndilo e o plano sagital médio é obtido através da execução de uma imagem submento-vertex. Após a obtenção desse ângulo posiciona-se a cabeça do doente de acordo com o mesmo de modo que os cortes sejam perpendiculares ao grande eixo do côndilo, permitindo assim, uma diminuição da distorção geométrica da ATM e precisão na avaliação da posição do côndilo ( Petrikowski, 2004; Küstner, 2005).

Se existirem suspeitas de alterações ósseas, recorre-se à realização de tomografias coronais, onde os cortes são frontais e de modo a evitar sobreposições, o paciente deve-se posicionar em máxima abertura ou protusão (Küstner, 2005).

Como vantagens desta técnica considera-se que esta tem uma melhor identificação das deformidades bem como das alterações ósseas, mas pior resolução que a TC. Proporciona também uma melhor avaliação da posição do côndilo na superfície articular do temporal, pois são projeções sagitais verdadeiras, permitindo uma exploração da mobilidade articular (Küstner, 2005).

### **3.2.3 Ortopantomografia**

A introdução da ortopantomografia na década de 60 e a sua aceitação ao longo dos anos 70 e 80 garantiu um grande progresso na área da imagiologia dentária, fornecendo aos clínicos uma imagem única que tanto contém a maxila como a mandíbula (Scarfe & Farman, 2008), bem como as articulações temporomandibulares e seios maxilares (Suomalainen, Pakbaznejad Esmaili, & Robinson, 2015), entre outros componentes anatómicos como o osso esfenóide, o zigomático, os temporais, pavimento da órbita, das fossas nasais e osso hióide (Perschbacher, 2012). Em relação aos tecidos moles e aos espaços vazios, embora não tenham tradução radiográfica, podem ser identificados, uma vez que criam uma sombra radiotransparente na sua localização (Perschbacher, 2012).

A ortopantomografia pode definir-se como sendo uma técnica tomográfica especializada, que origina uma imagem com uma forma curvilínea, das estruturas faciais incluindo da ATM (Boeddinghaus & Whyte, 2008), é uma das técnicas mais utilizadas nos dias de hoje, devido à sua rapidez de execução, ao seu baixo custo e pela representação panorâmica dos maxilares e suas estruturas anexas (Küstner, 2005).

A imagem obtida baseia-se no movimento recíproco da fonte de Rx e do recetor de imagem, situados em locais opostos, à volta de um ponto ou plano central, onde o objeto está localizado (Assael et al., 2007) que fica focado, enquanto que as imagens que se encontram fora do plano de focagem ficam indefinidas, ou desfocadas. A fonte de Rx e o recetor de imagem giram à volta da cabeça com uma fenda focal estreita que permite apenas focar as estruturas que interessam (Lewis et al., 2008).



Isto exige do profissional a prática de uma técnica mais rigorosa e que este cumpra os critérios de qualidade que permitam reduzir o número de exposição à radiação a que o doente está sujeito sem que a qualidade da imagem obtida seja afetada. Esta técnica é destinada à obtenção de uma única imagem que envolva as estruturas faciais (maxilares e suas estruturas de apoio) de modo rápido e confortável para o paciente com uma dose de radiação relativamente baixa. Assim, as suas vantagens são: ampla visualização dos ossos faciais e dos dentes; baixa dose de radiação e comodidade para o paciente; pode ser utilizado em pacientes com dificuldade de abertura da boca e por último obtém-se a sua imagem em apenas 3 a 4 minutos (Küstner, 2005).

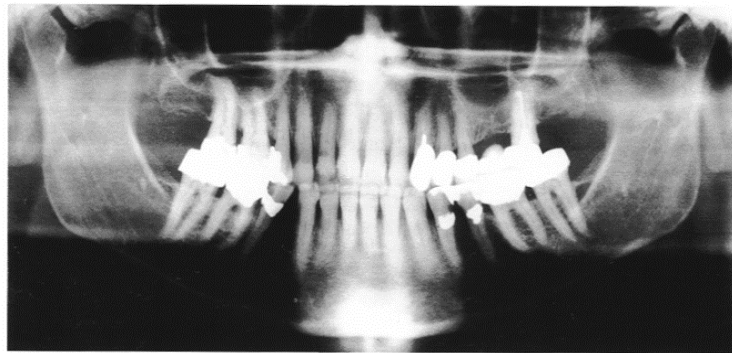
Como desvantagens, encontram-se: a distorção volumétrica; a sobreposição de estruturas, nomeadamente da coluna cervical que poderão ocultar lesões odontogénicas especialmente na região incisiva; os objetos clínicos relevantes podem situar-se fora do plano focal distorcidos ou não aparecem. Por vezes, poderão ocorrer um sombreado de imagens quando o canhão do Rx intersestar mais do que um objeto durante a exposição; são ainda observadas por vezes artefactos compatíveis com adornos pessoais.(Juodzbalys & Daugela, 2013).

As indicações mais frequentes para o uso da ortopantomografia são avaliações de traumatismos; observação de terceiros molares; doença em estado avançado; suspeita de lesões; erupção dentária, especialmente em dentição mista; retenção de dentes e resíduos radiculares e por fim anomalias na erupção dentária (Küstner, 2005).

A ortopantomografia tem sido recomendada, por vários clínicos, como uma técnica imagiológica apropriada na avaliação da ATM, pois para além de identificar alterações ósseas grosseiras na ATM, nomeadamente no côndilo, como erosões, esclerose, osteófitos, reabsorções e fraturas (Figura 13) também nos fornece informação adicional sobre o osso mandibular, os dentes e estruturas circundantes que podem intervir de forma relevante, numa primeira abordagem imagiológica, na obtenção de diagnósticos relacionados com as DTM como outras patologias orofaciais. Também é requisitada em casos de assimetrias faciais ou mandibulares quando ocorrem discrepâncias consideráveis de desenvolvimento do côndilo (Figura 14) (Shintaku, Venturin, Langlais, & Clark, 2010).



**Figura 13 Ortopantomografia: Fratura do côndilo direito**  
(Periago et al., 2008).



**Figura 14 Ortopantomografia. Caso de disfunção da ATM do lado direito por maloclusão** (Imagem cedido pelo Professor Doutor José Grillo).

O uso da ortopantomografia é recomendado para a triagem dos doentes com DTM, desde que o exame clínico sugira algum tipo de patologia articular (Brooks, Brand, Gibbs, Hollender, Lurie, Omnell, et al., 1997).

Contudo, existem diversas razões que apontam para uma deficiente avaliação da morfologia do côndilo, e consequentemente da ATM e ainda para uma redução da qualidade da imagem: o posicionamento incorreto dos doentes; a ampliação desigual; a visão bidimensional de uma estrutura tridimensional; a distorção geométrica através da imagem originada pelas angulações do côndilo; a sobreposição de estruturas, como o osso zigomático; a presença de um sombreado de imagens das estruturas anatómicas que se encontram fora do plano focal (Brooks, Brand, Gibbs, Hollender, Lurie, Omnell, et al., 1997; Pharoah, 1999; Assael et al., 2007; White & Pharoah, 2008; Shintaku et al., 2010), bem como a distorção geométrica imprevisível e a baixa resolução espacial (Boeddinghaus & Whyte, 2008).

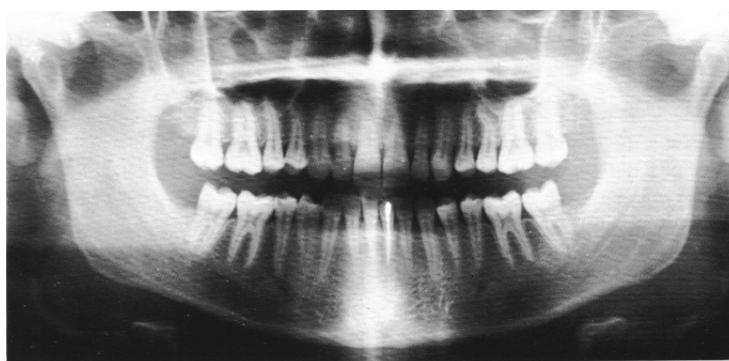
Em relação à posição do côndilo, esta também não pode ser avaliada visto que a mandíbula aquando da emissão do Rx se encontra ligeiramente protruída, com a boca ligeiramente aberta (Brooks et al., 1997; NL, 2004).

Como meio auxiliar de diagnóstico das DTM, este tipo de obtenção de imagem apresenta, de acordo com Dahlström & Lindvall, uma confiabilidade e uma especificidade aceitáveis, mas ainda assim uma baixa sensibilidade, para alterações morfológicas do côndilo, enquanto que, ainda segundo os mesmos autores, apresenta uma baixa confiabilidade e precisão no que respeita à fossa mandibular (Dahlström & Lindvall, 1996).

Crow, Parks, Campbell, Stucki, & Daggy (2005) publicaram um estudo em que afirmaram que na ortopantomografia a concordância intra observador é fraca, a confiabilidade inter observador é razoável e não se detetam pequenas alterações da morfologia do côndilo. É importante também realçar que nem a morfologia do côndilo é um indicador de DTM e nem pequenas discrepâncias do côndilo são significativas para o diagnóstico das DTM (Crow et al., 2005).

Num estudo realizado em 2005 por Laster, Ludlow, Bailey, & Hershey, os resultados apontam para o facto de a análise da ortopantomografia não ser uma ferramenta fiável para detetar assimetrias. Concluem também que existe uma falta generalizada de sensibilidade deste aparelho quanto à deteção de assimetrias subtis e pouca especificidade para cabeças mal posicionadas, rodadas ou deslocadas, para um grau clinicamente relevante. No entanto, Okeson, (2008) refere que a ortopantomografia reproduz, de forma detalhada diferentes estruturas anatómicas, que permitem uma análise bilateral da anatomia mandibular (Figuras 15 e 16).

A ortopantomografia digital, efetuada por aparelhos de nova geração, além da dose de radiação ser baixa, permite um melhoramento da imagem, visto que a consegue tratar quanto ao brilho, contraste e nitidez. No entanto, se este manuseamento for incorreto, pode originar uma interpretação errada com consequências prejudiciais (White & Pharoah, 2008).



**Figura 15 Ortopantomografia. Mandíbula encontra-se ligeiramente entreaberta o que permite que os côndilos apareçam e sejam examináveis sem sobreposições. No côndilo direito a imagem é compatível com uma exostose osteocondral com uma elevada percentagem de cartilagem (Imagem cedida pelo Professor Doutor José Grillo).**



**Figura 16 Ortopantomografia: Disfunção da ATM esquerda. Os côndilos em oclusão traduzem uma presumível alteração degenerativa no côndilo (Imagem cedida pelo Professor Doutor José Grillo).**

### **3.2.4 Tomografia Computadorizada**

O primeiro dispositivo de TC foi desenvolvido há cerca de 40 anos (Karatas & Toy, 2014). Tratava-se de um meio de diagnóstico imagiológico que utilizava Rx e que visava reproduzir secções do corpo humano em qualquer um dos três planos do espaço, evidenciando a relação das estruturas em profundidade, ao contrário dos Rx convencionais que projetam as estruturas apenas num só plano.

Segundo Rosa & Faria e Souza, (2000) o aparelho de TC é composto por três componentes principais:

- 1- Sistema de aquisição de dados
- 2- Sistemas de processamento de dados e reconstrução de imagens
- 3- Sistemas de visualização e armazenamento de dados

Os sistemas de aquisição de dados são compostos pelos elementos que geram a imagem radiográfica:

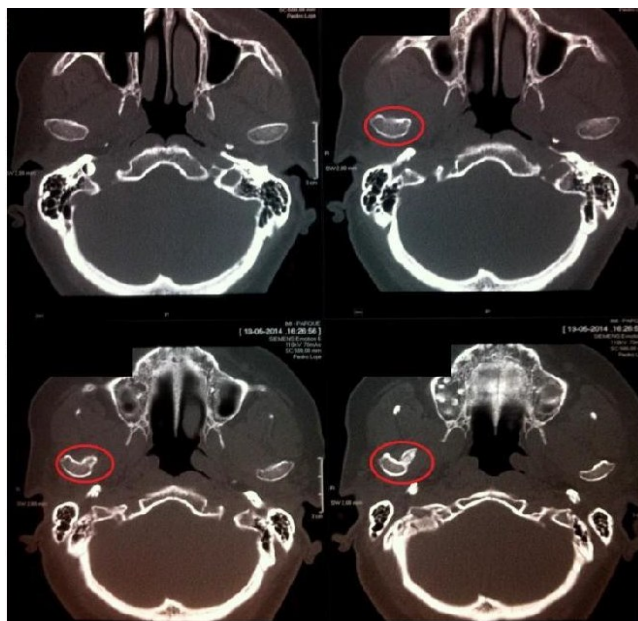
- O **gerador** de alta tensão fornece energia ao tubo de Rx. Esta energia é emitida de forma contínua e é denominada de radiação primária. As estruturas irradiadas absorvem parte desta radiação constituindo o coeficiente linear de atenuação;
- A **mesa** é o local onde o doente é posicionado e onde se situam os dispositivos que permitem o seu movimento simultâneo com os tubos e detetores;
- Os **detetores** é o local onde a radiação é convertida em informação e posteriormente transferida para o computador. Quanto mais rápido o tubo se movimentar menor é a exposição do doente à radiação e maior é a quantidade de informação transferida para o computador, obtendo assim uma reconstrução de imagem mais fidedigna;
- O **tubo de raio X** é onde é gerada a radiação ionizante.

No sistema de processamento de dados e reconstrução de imagem as informações são recebidas e convertidas em imagens 3D por computador através de programas de *software* e cálculos matemáticos. Estes sistemas permitem a visualização e manipulação das imagens de acordo com a vontade do operador (Rosa & Faria e Souza, 2000).

Por fim, os sistemas de visualização e armazenamento de dados, são onde os discos magnéticos e CD *Roms* são responsáveis pelo armazenamento das imagens, além do computador, e permitem a visualização de qualquer imagem posteriormente (Rosa & Faria e Souza, 2000).

As imagens tomográficas fornecem uma informação única e valiosa sobre a anatomia, extensão das fraturas e ainda alterações patológicas, nomeadamente de regiões complexas, como é o caso da ATM (Küstner, 2005). Porém a técnica em si provoca alguns efeitos de distorção, nomeadamente o aumento de estruturas pequenas que apresentem curvas. Existem duas projeções utilizadas: a axial é a que permite um resultado ideal para detetar anomalias ósseas e a coronal é mais fácil para obtenção do diagnóstico, apesar de ser difícil de atingir se houver presença de torcicolo (Küstner, 2005).

A tomografia computadorizada (TC) trata-se de um método de diagnóstico por imagem que permite obter a reprodução de uma secção do corpo humano num dos três planos do espaço (Figura 17). Este meio complementar de diagnóstico evidencia as relações estruturais em profundidade, mostrando imagens em fatias do corpo humano, principalmente dos tecidos mineralizados, com uma definição notável, permitindo observar a delimitação de irregularidades tridimensionalmente (Daniela Gamba Garib et al., 2007).

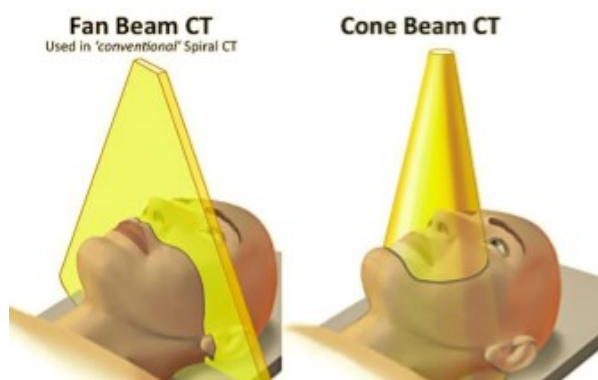


**Figura 17 Tomografia Computadorizada. ATM Direita: Exostose do côndilo mandibular direito, traduzindo a imagem de osteocondroma. ATM Esquerda com morfologia conservada** (cedido pela Clínica IMI - Dra. Alda Jacinto).

A tomografia é, uma técnica imagiológica que fornece informação através da multiplicidade de cortes imagiológicos finos da estrutura anatómica sem sobreposição de outras estruturas. Esta técnica é muito vantajosa quando é necessário obter uma imagem de uma estrutura que esteja a sofrer sobreposição de estruturas anatómicas (Fialho RODRIGUES, 2007).

A TC poderá ser comparada à tomografia convencional no sentido em que ambas as técnicas o tubo de Rx e os detetores de dados movem-se em relação ao paciente durante a obtenção da imagem, neste caso uma secção anatómica. Contudo há uma grande diferença, pois a tomografia computadorizada utiliza técnicas de reconstrução matemática computadorizada (Fialho RODRIGUES, 2007). É necessário também fazer a distinção entre os principais tipos de tomografia: a tomografia computadorizada e a tomografia

computadorizada de feixe cônico. Ambas permitem a obtenção de imagens da região dentomaxilofacial em pequenos cortes, e apresentam em comum a utilização de Rx, mas no caso da TC, os feixes emitidos são em forma de leque, enquanto que no CBCT, os feixes são cônicos (Daniela Gamba Garib et al., 2007) (Figura 18).

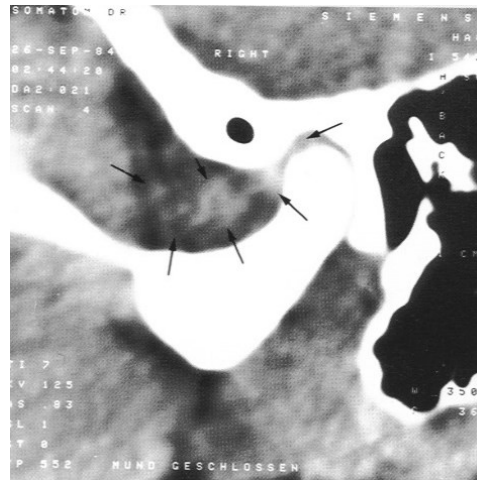


**Figura 18** Feixe em leque da TC inclui uma única secção de tecido enquanto que feixe cônico do CBCT inclui uma área tridimensional numa única rotação de 360° (Imagem retirada de David MacDonald, 2014 [www.oralhealthgroup.com/features/cone-beam-computed-tomography-use-in-children-and-adolescents/?er=NA](http://www.oralhealthgroup.com/features/cone-beam-computed-tomography-use-in-children-and-adolescents/?er=NA))

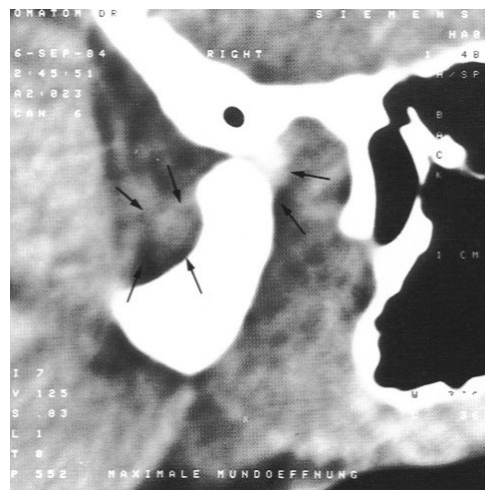
Embora a resolução não seja a melhor, as imagens sagitais são possíveis de se obter através da formatação de outras projeções e alguns tomógrafos mais recentes têm a capacidade de as realizar de forma direta. As únicas desvantagens relevantes deste método radiológico são o custo, o tempo de realização, a exposição elevada de radiação e o facto de não permitir a visualização do movimento dinâmico da articulação (Küstner, 2005).

Com a evolução das TC espiral, a informação é mais rápida, precisa e com menor radiação. Devido à quantidade e diversidades de cortes realizados, é possível uma reconstrução tridimensional do objeto examinado, com a ajuda também da manipulação informática dos nossos dias. Estas reconstruções são essencialmente indicadas em casos de pré-cirurgia de tratamentos como hiperplasia ou hipoplasia condilar, anquilose e tumores. Os resultados cedidos pela TC não favorecem uma correta avaliação dos tecidos moles e disco articular (Figuras 19 e 20). A absorção da radiação do disco apenas pode fornecer-nos informação acerca do diagnóstico de hialinização, calcificação e metaplasia do côndilo. Assim, esta técnica radiológica está indicada para detetar a extensão de anquiloses, neoplasias, afeções ósseas em processos artríticos avançados, fraturas

complexas e ainda avaliar complicações como erosões ou crescimento ectópico do osso na fossa média do crânio (Küstner, 2005).



**Figura 19 Tomografia computadorizada: Disco articular perfurado e fixo anteriormente em projeção direta lateral com janela de partes moles em oclusão habitual. O côndilo está deslocado para dorsal e o disco permanece fixado do lado ventral (setas) (Imagem cedida pelo Professor Doutor José Grillo).**



**Figura 20 Tomografia Computadorizada: O côndilo está á altura da eminência articular e o disco em posição de abertura bloqueada (setas) (Imagem cedida pelo Professor Doutor José Grillo).**



Existem muitas limitações para a aquisição da imagem da região da ATM, o *scan* obtido na TC é sem dúvida a melhor opção, pois devido à sua precisão permite um melhor diagnóstico, planeamento cirúrgico e tratamento de lesões ósseas (Marques, Perrella, Arita, Pereira, & Cavalcanti, 2010).

A técnica *Dentascan*, também conhecida por TC Dental representa uma extensão da tecnologia TC, obtendo-se imagens axiais da região de interesse durante o *scan*, possibilitando posteriormente a reformatação dessas imagens em duas vistas particulares dessa mesma região: panorâmica e transversal. Oferece ainda a possibilidade adicional de reconstruções multiplanares de alta qualidade e em tamanho real (Gahleitner et al., 2001).

O *Dentascan* já provou ser um excelente procedimento para caracterizar a anatomia do complexo maxilo-mandibular, e relevante no diagnóstico de patologias associadas à dentição humana (Gahleitner et al., 2001).

Uma vez que esta técnica permite o processamento e reformatação de imagens, os artefactos que degradam a visualização do osso no plano coronal são projetados para o plano oclusal, possibilitando a visão otimizada do osso (Abrahams, 2001).

### **3.2.5 Tomografia Computadorizada por feixe cónico (CBCT)**

A CBCT é o método mais fiel quando existe necessidade de obter uma imagem tridimensional com maior resolução (Sarikov & Juodzbals, 2014), pois permite a visualização tridimensional da morfologia da face e do crânio, bem como a replicação da anatomia em seções multiplanares (Daniela G Garib, Calil, Leal, & Janson, 2014); ou seja, não só no plano axial, mas também em 2D nos planos coronal, sagital e até mesmo oblíquo ou curvado através de um processo denominado reconstrução multiplanar (Khambete & Kumar, 2015); com adequada resolução e nitidez. Apresenta também alta precisão e rigor, sensibilidade e especificidade (Daniela G Garib et al., 2014). O CBCT fornece imagens nítidas das estruturas altamente contrastantes sendo extremamente útil na avaliação de tecidos duros da região maxilofacial. Este meio imagiológico representa uma mudança radical na radiologia dentária e maxilofacial uma vez que a informação tridimensional parece oferecer melhorias no diagnóstico com vastas aplicações clínicas e

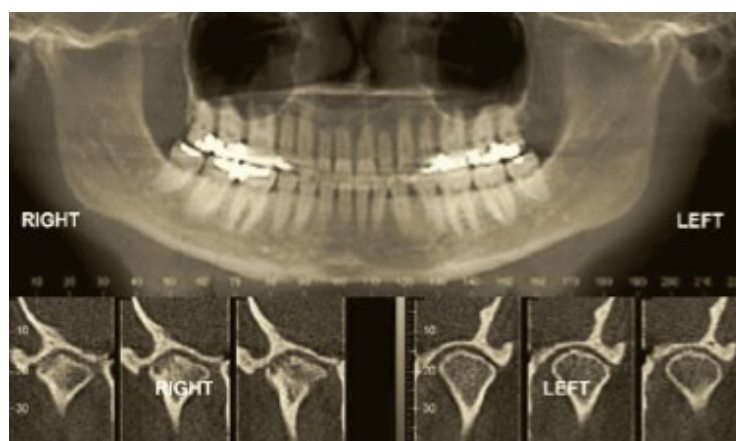
normalmente através de doses de radiação menores do que as existentes na TC (Horner, Islam, Flygare, Tsiklakis, & Whaites, 2009; Sarikov & Juodzbals, 2014).

Há muitas limitações na aquisição da imagem da região da ATM aquando do uso de radiografias convencionais. O CBCT é a melhor opção devido à sua precisão para fins de diagnóstico, planeamento e tratamento cirúrgico de lesões ósseas da ATM (Marques et al., 2010). O aparecimento da tomografia computadorizada de feixe cónico é uma pequena evolução da tomografia, especialmente indicado para a região dentomaxilofacial e de baixos custos. Esta nova técnica permite a reprodução da imagem dos tecidos mineralizados maxilofaciais tridimensionalmente, com a mínima distorção e com uma dose de radiação bastante reduzida comparativamente à TC (Daniela Gamba Garib et al., 2007). Os dispositivos de CBCT craniofaciais foram desenvolvidos para superar algumas das limitações da TC, apresentando algumas diferenças entre si no que diz respeito ao posicionamento do doente, tempo de *scan*, resolução, dose radiação e facilidade na manipulação dos cortes seccionais (Karatas & Toy, 2014).

As vantagens da CBCT relativamente à TC indicadas para o estudo imagiológico da ATM, estão relacionadas com uma exposição à radiação mais baixa, uma melhor colimação do feixe de Rx, uma grande precisão de imagem, a possibilidade de efetuar reformatações multiplanares, ser possível de efetuar a nível de consultório, ter um baixo custo e uma melhor visualização da ATM no plano sagital (Lewis et al., 2008; Petersson, 2010; Scarfe & Farman, 2008; White & Pharoah, 2009, 2008). Para além disso, fornece imagens de elevada nitidez de uma região anatómica limitada (Scarfe & Farman, 2008; Shintaku et al., 2010). No entanto Hintze, Wiese, & Wenzel, num estudo realizado em 2007, ao comparar a CBCT com a TC, concluíram não haver diferenças significativas tanto na generalidade como, particularmente, na deteção de alterações morfológicas da ATM (Hintze et al., 2007).

Os dispositivos de CBCT são compostos por uma fonte de radiação ionizante, cujo feixe apresenta uma forma cónica altamente colimada e um detetor plano digital, que arquiva os dados de imagem durante a rotação da torre (180°-360°), quando a fonte de Rx e o detetor 2D se movem sincronizadamente à volta da cabeça do doente que se encontra estabilizada por um suporte. O tempo de aquisição destas imagens variam entre 6-20s (Suomalainen et al., 2015).

Segundo Marques *et al.* (2010) o CBCT é um meio auxiliar preciso para avaliação de lesões ósseas no côndilo da mandíbula. Este estudo consistiu em analisar dois protocolos que avaliassem lesões simuladas no côndilo mandibular. Um dos protocolos foi em côndilos submetidos a diferentes cortes: axial, coronal e reconstrução sagital multiplanar; enquanto que o outro protocolo submetia os côndilos a cortes sagitais e coronais ao longo do eixo longitudinal dos côndilos mandibulares. Sendo o protocolo da reconstrução sagital multiplanar que ofereceu melhores resultados (Marques et al., 2010) (Figura 21).



**Figura 21** Reformatações multiplanares curvas simulam uma imagem panorâmica, obtida através do CBCT (Periago et al., 2008)

Honey *et al.*, em 2007 desenvolveram um estudo sobre a precisão da CBCT na ATM, e concluíram que a CBCT proporciona uma elevada confiabilidade e precisão no estudo da ATM, relativamente às imagens obtidas pela tomografia e ortopantomografia (Honey et al., 2007).

Num estudo realizado em 2003 por Mah *et al.*, concluíram que diminuindo a radiação emitida numa CT espiral modificada, o uso da CT em medicina dentária permitia uma melhor visualização dos tecidos moles que a CBCT (Mah, Danforth, Bumann, & Hatcher, 2003).

Contudo, Barghan *et al.*, consideram a CBCT uma técnica imprescindível e de grande avanço tecnológico nas capacidades diagnósticas da ATM, devido ao seu baixo custo e menor radiação, comparativamente com a CT. Afirma contudo, que este meio imagiológico, traduz com grande detalhe, a extensão das lesões das superfícies articulares

causadas por processos degenerativos, traumas e até doenças inflamatórias (Liability & Liability, n.d.).

O uso deste método imagiológico, cujos benefícios são notáveis, não deve ser usada indiscriminadamente. Quando não existem quaisquer benefícios para o diagnóstico, o seu uso em situações que não são indicadas provoca uma exposição desnecessária à radiação e custos injustificados para o doente. O seu uso deve estar em consonância com as recomendações da *American Dental Association Council on Scientific Affairs* (Dental & Council, 2006).

O diagnóstico e tratamento das DTM são bastante desafiadores, embora a RM seja o exame de eleição para a imagiologia dos componentes intra-articulares da ATM, as imagens obtidas pelo CBCT fornecem uma avaliação completa dos componentes ósseos desta articulação, pois são imagens de alta qualidade/definição (Andrade, 2011). Devido essencialmente ao reduzido custo e à menor dose de radiações, antevê-se um aumento do uso da TC de feixe cónico no futuro da área da Medicina Dentária (Daniela Gamba Garib et al., 2007).

### **3.3 Imagiologia dos tecidos moles da ATM**

#### **3.3.1 Artrografia**

A artrografia foi o primeiro estudo dinâmico da ATM (Helms, 1990) (Figura22). Permite a obtenção de uma imagem indireta do disco através da injeção de um contraste radiopaco dentro dos compartimentos, superior e inferior da ATM. A introdução do contraste poderá ser apenas num dos compartimentos ou em ambos. Quando existe passagem do contraste de um compartimento para o outro é sinal que ocorreu rotura do disco (Küstner, 2005).

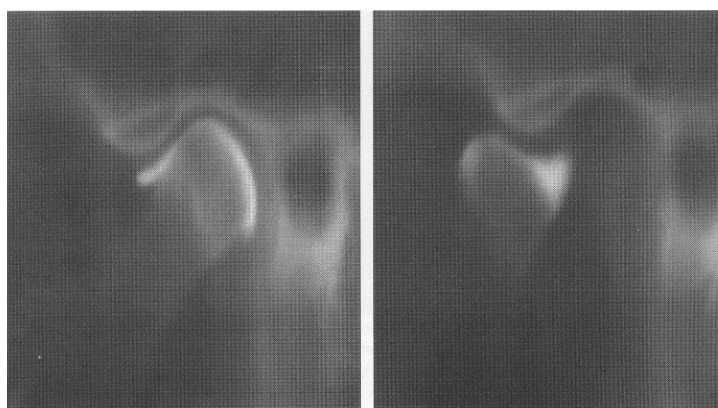
As adesões, perfurações do disco e a sua biomecânica, podem ser visualizadas durante os movimentos de abertura e encerramento da boca, devido ao método pelo qual o contraste flui (Lewis et al., 2008), sendo por norma, complementadas com tomografias da ATM (Petrikowski, 2004).

Uma perfuração é detetada pelo aparecimento do meio de contraste no espaço articular superior, quando injetado no inferior, enquanto que as adesões são detetadas pela forma como o meio de contraste preenche os espaços articulares (Petrikowski, 2004).

A principal indicação está relacionada com a necessidade de informação sobre o posicionamento do disco, a sua função e morfologia, bem como a integridade dos ligamentos discais, para o planeamento de um tratamento (Petrikowski, 2004).

Como vantagens, a artroscopia ajuda a visualizar os tecidos moles e juntamente com a fluorescência é possível avaliar os movimentos discais e do côndilo, bastante importante para perfurações do disco articular. Esta técnica, apresenta algumas desvantagens, pois requer formação específica por parte de quem a pratica, é uma técnica invasiva e dolorosa, efetuada sob anestesia geral, existe alguma exposição de radiação e possibilidade de reação alérgica e de infeção (Küstner, 2005).

É possível acontecer que uma ATM se apresente saudável e durante a técnica sofrer uma deslocação anterior do disco devido à distensão das estruturas articulares e da tração do pterigóideo lateral superior. Pode ocorrer hemorragia intra-articular, não podendo ser aplicado em doentes com alterações da coagulação (Brooks, Brand, Gibbs, Hollender, Lurie, Omnell, et al., 1997; Petrikowski, 2004; Küstner, 2005; Assael et al., 2007; Lewis et al., 2008; Okeson, 2008;)



**Figura 22 Artrografia** (Imagem cedida pelo Professor Doutor José Grillo)

### 3.3.2 Ecografia

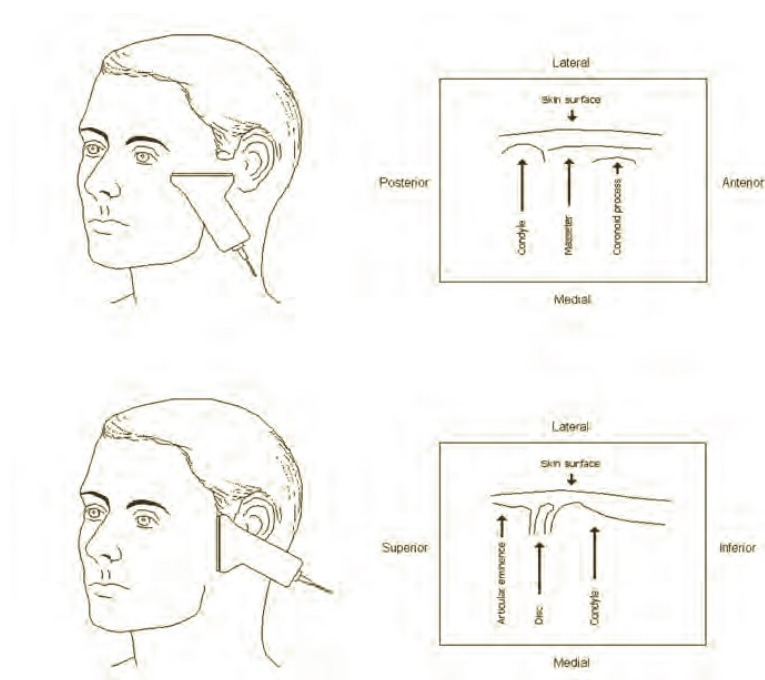
A ecografia é uma técnica imagiológica que usa ondas sonoras de alta frequência com uma amplitude entre um e vinte mil megahertz (MHz), de modo a produzir imagens do corpo. Ao atravessarem os tecidos do corpo humano, essas ondas vão encontrar tecidos com densidades e resistências diferentes, que influem nos ecos reflexivos que retornam para a sonda de ultrassons com velocidades diferentes, sendo retransmitidos para um

dispositivo que converte os ecos em imagens (Lewis et al., 2008; White & Pharoah, 2009). A atenuação do feixe ultrassónico é efetuada pela combinação de vários fenómenos como: a absorção, reflexão, refração e difusão. Esta técnica permite um processamento das imagens a uma velocidade suficientemente rápida (White & Pharoah, 2009).

As diversas estruturas que constituem a ATM, refletem de diferentes formas as ondas que lhes são aplicadas. As estruturas ósseas, como o côndilo e a superfície articular do temporal, são maioritariamente hipoecogénicas, isto é, têm uma reflexão baixa das ondas sonoras, traduzindo-se radiograficamente em imagens pretas ecográficas. Por sua vez, a superfície do osso é hiperecogénica, isto é, tem uma reflexão alta das ondas sonoras, sendo a sua tradução radiográfica imagens brancas ecográficas. Contudo, os tecidos moles, como a cápsula, os ligamentos discais, os tecidos retrodiscais e os músculos são ecogénicos, isto significa que têm uma reflexão intermédia das ondas sonoras, pelo que aparecem, nas imagens ecográficas, uma heterogeneidade de tons de cinzento. No entanto, quer a superfície da cápsula, quer dos músculos refletem, de uma forma intensa, as ondas sonoras, originando uma linha branca, hiperecogénica. Os espaços vazios, como as cavidades sinoviais da ATM e a água são hipoecogénico e aparecem a preto nas imagens ecográficas. Convém realçar que, como estas cavidades são virtuais, normalmente não aparecem nas imagens a não ser que sejam vestígios de derrames (Melis, Secci, & Ceneviz, 2007).

O disco articular embora seja uma estrutura densamente fibrosa, a sua imagem a nível ecográfico é controversa, devido a anomalias estruturais, morfológicas e até mesmo posicionais dos doentes examinados (Rüdiger Emshoff, Jank, Bertram, Rudisch, & Bodner, 2002). É possível também identificar, através da ecografia, locais de inflamação, pela deteção de derrames articulares (Melis et al., 2007).

A visualização da ATM através da ecografia é realizada através de um transdutor que se posiciona na superfície da pele ao nível da ATM. Existem duas posições: a horizontal que permite a visualização da imagem no plano frontal e a posição vertical, paralela ao ramo da mandíbula, em que se visualiza a imagem no plano sagital (Figura 23) (Melis et al., 2007).



**Figura 23 Ecografia. Posicionamento do transdutor para a visualização da ATM. Na posição horizontal, visualiza-se a imagem no plano frontal. Na posição vertical, a imagem visualiza-se no plano sagital (Melis et al., 2007)**

As vantagens desta técnica imagiológica são: baixo custo de execução, acessibilidade por parte do paciente, rapidez na obtenção dos resultados, baixo tempo de execução e o facto de este exame não utilizar radiação ionizante. Tem especial indicação na avaliação das DTM, especialmente deteção dos deslocamentos do disco e derrames intra-articulares da ATM (Lewis et al., 2008). É importante realçar que é um exame efetuado em tempo real, isto significa que é um exame dinâmico que permite visualizar o disco durante a abertura da boca (Melis et al., 2007).

Como desvantagens, apresenta alguns falsos positivos, tem limitações ao nível do acesso da parte medial da ATM e também às estruturas mais profundas como o disco e os ligamentos mediais e retro-discais, prejudicando as partes laterais do côndilo, osso temporal e osso zigomático, visto que o transdutor se posiciona sobre essas estruturas. Existe também a necessidade de operadores treinados e calibrados (Melis et al., 2007).

### **3.3.3 Ressonância Magnética**

Esta técnica imagiológica por ressonância magnética foi desenvolvida em 1977 (Lewis et al., 2008). A constituição destes aparelhos é feita por uma *gantry*, onde se localizam as bobinas que vão produzir o campo magnético e as ondas de radiofrequência, para além de uma mesa para posicionar o doente (White & Pharoah, 2009).

A sua teoria baseia-se nas propriedades magnéticas de um átomo, assim a RM deteta, analisa e mede os sinais provenientes dos núcleos atômicos, em resposta a ondas de rádio com a mesma frequência dos núcleos atômicos (White & Pharoah, 2009).

A examinação típica da ATM consiste numa avaliação com a cavidade oral aberta e fechada, no plano sagital oblíquo, com o feixe orientado perpendicularmente ao eixo do côndilo, utilizando bobinas de superfície para melhorar a resolução da imagem (Petrikowski, 2004).

A ressonância magnética é a técnica de eleição para detetar alterações/disfunções da articulação temporomandibular. Numa primeira abordagem, o disco articular ou menisco é a primeira estrutura a avaliar numa RM, devemos ter em consideração a sua localização em relação aos côndilos em ambas as posições: boca aberta e boca fechada. A presença de deslocamento do disco é sinal de disfunção da ATM, no entanto o seu deslocamento poderá ser assintomático e nesses casos o diagnóstico deverá ser acompanhado de outros critérios de avaliação. Tais como: espessamento do tendão do músculo pterigoideu lateral, rutura das camadas retrodiscais e derrame articular. Estes sinais poderão sinalizar um quadro clínico de DTM (Tomas et al., 2006).

A última etapa da disfunção manifesta-se com alterações semelhantes a osteoartrite, logo é importante para o radiologista/médico dentista avaliar criteriosamente as imagens por ressonância magnética de modo a detetar sinais de DTM, evitando assim a sua evolução para um estadio avançado e irreversível, como é o caso da osteoartrite (Tomas et al., 2006).

A ressonância magnética é atualmente a modalidade de imagem mais precisa para identificar as diversas posições do disco articular (R Emshoff & Rudisch, 2001).

A introdução da ressonância magnética fornece uma avaliação dos tecidos moles da articulação em imagens quer de duas ou três dimensões e tem a vantagem sobre todas



as outras técnicas imagiológicas em que o paciente não é submetido a radiações ionizantes durante o processo de digitalização (Roberts et al., 1984).

É consensual na literatura ao afirmar que a RM é o meio auxiliar de diagnóstico mais confiável, logo é considerado o exame de eleição para a confirmação do diagnóstico clínico das DTM (Westesson, 1993; Tomas et al., 2006; Widmalm, Brooks, Sano, Upton, & McKay, 2006).

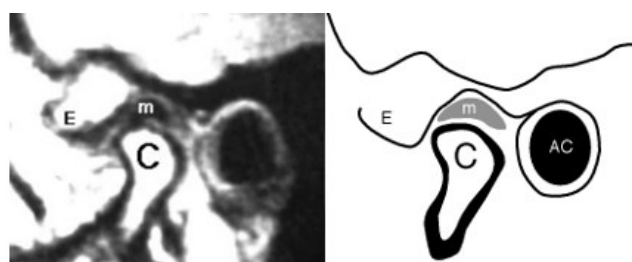
As vantagens da RM focam-se essencialmente na utilização de radiação ionizante (Lewis et al., 2008) e na elevada precisão, sensibilidade e especificidade para avaliar a posição do disco na ATM, tanto em cortes no plano sagital como coronal (Melis et al., 2007; White & Pharoah, 2009), embora apresente uma baixa especificidade na diferenciação de tumores cartilaginosos na região da ATM (Shintaku et al., 2010).

Este exame radiológico está contraindicado a pacientes grávidas e que possuam aparelhos metálicos implantados no corpo, tais como *pacemakers* e clips vasculares intracranianos (Lewis et al., 2008; Petrikowski, 2004), devido à interferência causada pelos campos elétricos e magnéticos a que o paciente está exposto (Siu, Chu, Ka-Lun Li, Chow, & Deng, 2010).

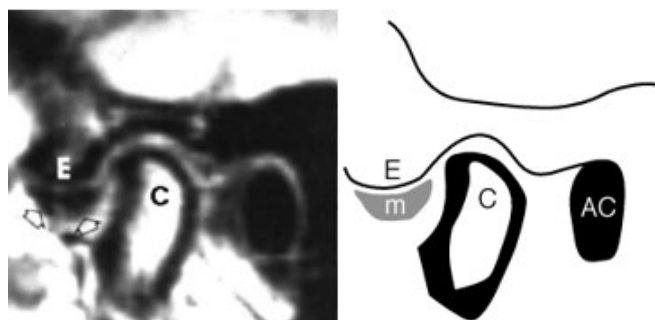
Como desvantagens podem ser referidas o seu custo, devido ao elevado valor do equipamento e à necessidade de técnicos especializados para obtenção e interpretação das imagens (Petrikowski, 2004; Lewis et al., 2008; White & Pharoah, 2008). O equipamento de RM poderá também causar sensação de claustrofobia e pacientes sem capacidade de se manterem inertes, não são bons candidatos para realizar este exame, assim como pacientes com insuficiência renal, onde por vezes é necessária a injeção de contraste (Petrikowski, 2004; White & Pharoah, 2009, 2008; Siu et al., 2010).

Para alguns autores a RM é o meio auxiliar de diagnóstico com elevado valor nos casos de DTM (Petrikowski, 2004; Orhan, Nishiyama, Tadashi, Murakami, & Furukawa, 2006; Melis et al., 2007; White & Pharoah, 2008; Wang, Cao, Ge, & Widmalm, 2009; Busato, Vismara, Bertele, Zollino, & Carinci, 2010), com uma precisão de 90-95% na deteção de anormalidades da posição do disco e o método de excelência para a visualização dos tecidos moles da ATM (Sano, Yamamoto, & Okano, 2003; Limchaichana et al., 2007; Wang et al., 2009), embora permaneça a discussão sobre a relevância desta informação imagiológica na origem da dor e/ou disfunção da ATM (Limchaichana et al., 2007; Lewis et al., 2008).

Num estudo realizado em 2008 por Manfredini & Guarda-Nardini, avaliaram a concordância entre o questionário *Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders* (RDC/TMD) e a RM no deslocamento do disco, concluíram que os casos de DADCR (deslocamento anterior do disco com redução) e DADSR (deslocamento anterior do disco sem redução), avaliados no questionário RDC/TMD, apresentam uma concordância relativamente satisfatória, com os resultados obtidos pela RM (Manfredini & Guarda-Nardini, 2008) (Figuras 24 e 25).

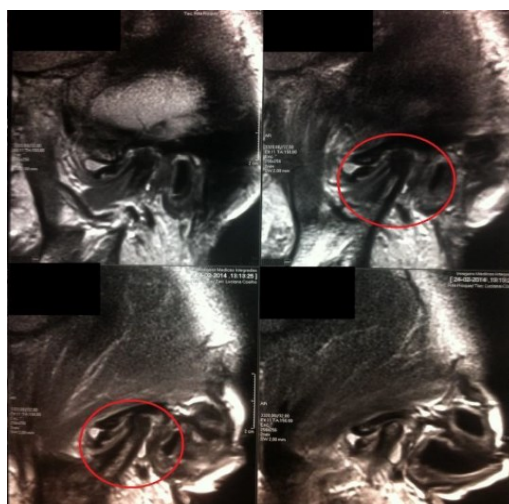


**Figura 24 Ressonância Magnética normal da ATM** mostrando um menisco normal (M), posterior e superior ao côndilo (C) – a eminência articular (E) e o canal auditivo (AC) também é visível (Imagem cedida pelo Professor Doutor José Grillo).



**Figura 25 Ressonância Magnética: Menisco deslocado (M)** anteriormente ao côndilo (C) e canal auditivo (AC) e por baixo da eminência articular (E) (Imagem cedida pelo Professor Doutor José Grillo).

Busato *et al*, em 2010, baseado numa investigação por RM, concluíram que a incoordenação do côndilo e do disco estava relacionada com alterações morfológicas das superfícies articulares da ATM (Busato et al., 2010) (Figura 26).



**Figura 26 Ressonância Magnética: Sinais de osteoartrite no côndilo esquerdo, traduzindo sinais de edema/inflamação com substituição da medula gordo do osso esponjoso (Imagem cedida pela Clínica IMI – Dr<sup>a</sup>.Alda Jacinto).**

Em 2009, Wang *et al* comprovaram que o disco é mais espesso nos doentes com DTM do que em indivíduos assintomáticos na zona intermédia, sendo a zona anterior e posterior mais espessa durante a posição de boca aberta do que na posição de boca fechada (Wang et al., 2009).

### 3.4 Imagiologia Nuclear

O aparecimento da imagiologia nuclear na medicina como meio auxiliar de diagnóstico teve origem no século passado, no início da década de 50. Ao contrário das restantes técnicas imagiológicas descritas anteriormente, a imagiologia nuclear visa avaliar alterações fisiológicas resultantes de mudanças bioquímicas a nível celular e sub-celular (Lewis et al., 2008; Shintaku et al., 2010; White & Pharoah, 2008).

A imagiologia nuclear utiliza radionuclídeos, que emitem radiação gama sob a forma de produtos radio-farmacêuticos. A sua administração é por via intravenosa, onde a molécula será direcionada, de acordo com as suas propriedades químicas, para partes específicas do corpo (Shintaku et al., 2010; White & Pharoah, 2008).

Essa radiação é captada por uma câmara de cintilação gama, que usa um cristal de cintilação que provoca luminescência na interação com os raios gama. A luminescência é amplificada para produzir a imagem que é conhecida como imagem de radionuclídeo,

ou cintigrafia nuclear. Essas imagens podem ser planas, obtidas em cortes como na TC, obtidas pelo SPECT (tomografia computadorizada por fóton único), ou em imagens a três dimensões, mostrando a localização dos radionuclídeos no corpo (White & Pharoah, 2008).

A SPECT obtém múltiplas imagens através da rotação 360° da câmara de cintilação gama. Estas imagens podem originar uma representação tridimensional da distribuição dos radionuclídeos no doente, fornecendo imagens com uma resolução aumentada e localização anatômica (Lewis et al., 2008). Contudo, segundo Shintaku *et al.*, o SPECT apresenta como desvantagem uma fraca localização da radiação emitida pelo marcador, pelo que muito vezes é indicado o uso de outras técnicas complementares (Shintaku et al., 2010).

Os sistemas híbridos resultam da combinação da TC com a SPECT e a PET, o que promove um aumento da sensibilidade e da especificidade destas duas técnicas, relacionando assim os dados anatômicos adquiridos, para construir um mapa anatômico-funcional da área de estudo. Esta combinação permite uma deteção precoce e uma localização precisa da remodelação óssea e pode proporcionar uma interpretação mais precisa da imagiologia para um diagnóstico mais criterioso e correto (Lewis et al., 2008; Perre, 2006; White & Pharoah, 2008).

Esta fusão de técnicas foi comprovada em 2004, num estudo realizado por Horger *et al.*, que concluíram que a SPECT tinha uma especificidade de 19% e ao adicionar a TC aumentava para 81% (Horger et al., 2004).

A nível da ATM as principais indicações da medicina nuclear são a assimetria mandibular e os processos tumorais, tanto intrínsecos como extrínsecos. Nesta perspetiva, quando a análise de uma TC sugere um tumor e não uma simples reação hiperplástica condilar, é mandatório efetuar uma cintigrafia óssea para avaliar a atividade de crescimento dessa lesão (Shintaku et al., 2010).

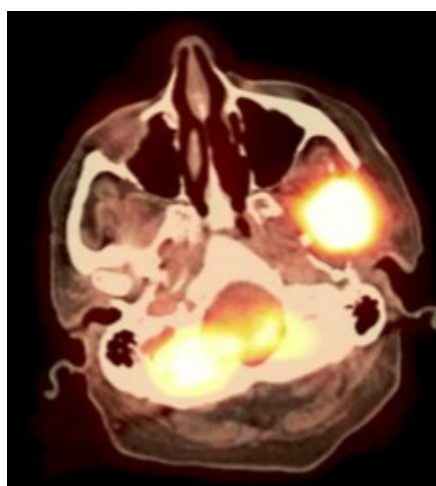
Num estudo realizado em 2009, por W.H. *et al.*, relataram um caso de metástase, a nível da ATM esquerda, de um adenocarcinoma pulmonar, que começou por ser tratado como uma DTM. Visto que o tratamento proposto foi ineficaz, o diagnóstico foi efetuado através da combinação da imagiologia estrutural, TC e RM, com a imagiologia nuclear, PET (tomografia por emissão de positrões). O diagnóstico foi confirmado com uma

biopsia. Este caso clínico, apresenta a necessidade, que por vezes existe de conjugar diferentes técnicas na concretização de um correto diagnóstico (Werner et al., 2009).

As vantagens que a imagiologia nuclear da ATM apresenta são ao nível da avaliação do crescimento do esqueleto, da hipo e hiperplasia do côndilo; da sinovite e retrodiscite; na quantificação da artrite, em doentes com artrite reumatoide e osteoartrite/osteoartrose (Lewis et al., 2008); na deteção de processos tumorais (Shintaku et al., 2010) e na avaliação da estabilidade da ATM antes de uma reabilitação oral (Coutinho, Fenyo-Pereira, Dib, & Lima, 2006).

A principal desvantagem da imagiologia nuclear, no estudo da ATM, está relacionada com a incapacidade desta técnica em visualizar a morfologia dos componentes ósseos bem como o deslocamento do disco. A injeção endovenosa de produtos radioativos, provoca uma exposição à radiação no corpo todo, sendo assim considerada outra desvantagem desta técnica. É importante referir também, que os resultados são inespecíficos, pelo que é recomendada a combinação com outras técnicas imagiológicas (tecnologia híbrida) para um melhor contributo a nível de diagnóstico, como por exemplo, na avaliação de alterações metabólicas da ATM (Lewis et al., 2008; Shintaku et al., 2010; White & Pharoah, 2008).

Em suma, a imagiologia nuclear permite uma avaliação fisiológica dos tecidos através das alterações bioquímicas a nível molecular. Nesta perspetiva, quer a SPECT, quer a PET, quer os sistemas híbridos são especialmente úteis, na medida em que permitem determinar a atividade ou a quiescência de uma lesão (Shintaku et al., 2010).



**Figura 27 Lesão metastática da região do côndilo esquerdo**  
(Shintaku et al., 2010)



## **Conclusões**

Com a finalização deste trabalho podemos concluir que a dose de radiação deverá ser, sempre que possível, reduzida, sem que influencie as informações relevantes para o diagnóstico das DTM.

Podemos afirmar que, quando existe necessidade de observar criteriosamente as superfícies ósseas articulares e doenças degenerativas a nível ósseo, a Tomografia Computorizada e a Tomografia Computorizada Por Feixe Cónico são as técnicas imagiológicas de eleição.

Concluiu-se também que, relativamente ao estudo dos tecidos moles, com particular relevância para os distúrbios de interferência do disco, a RM é, atualmente, o exame de eleição, sendo a ecografia uma técnica utilizada para estudar também os tecidos moles, no entanto, apesar de ter um custo reduzido comparativamente à RM, a especificidade, sensibilidade e precisão, são inferiores à RM.

Em casos de alterações fisiológicas, como assimetrias mandibulares e processos tumorais podemos afirmar que a imagiologia nuclear, em associação com outras técnicas imagiológicas, é a melhor técnica para obtenção de um diagnóstico mais preciso.





## Bibliografia

- Abrahams, J. J. (2001). Dental CT imaging: a look at the jaw. *Radiology*, 219(2), 334–345.
- Andrade, F. B. de. (2011). *Tomografia computadorizada de feixe cônico na odontologia*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- Assael, L. A., Bell, R. B., Dierks, E. J., Brar, P., & Potter, J. K. (2007). Journal of Oral and, 65(5).
- Bag, A. K., Gaddikeri, S., Singhal, A., Hardin, S., Tran, B. D., Medina, J. A., & Cure, J. K. (2014). Imaging of the temporomandibular joint: An update. *World Journal of Radiology*, 6(8), 567–582. <http://doi.org/10.4329/wjr.v6.i8.567>
- Boeddinghaus, R., & Whyte, A. (2008). Current concepts in maxillofacial imaging. *European Journal of Dentistry*, 66(3), 396–418. Retrieved from DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2007.11.019>
- Brooks, S. L., Brand, J. W., Gibbs, S. J., Hollender, L., Lurie, A. G., Omnell, K.-Å., White, S. C. (1997). Imaging of the temporomandibular joint. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 83(5), 609–618. [http://doi.org/10.1016/S1079-2104\(97\)90128-1](http://doi.org/10.1016/S1079-2104(97)90128-1)
- Bumann, A., & Lotzman, U. (2002). DTM, Diagnóstico Funcional e Princípios Terapêuticos (pp. 1–29).
- Busato, A., Vismara, V., Bertele, L., Zollino, I., & Carinci, F. (2010). Relation between disk/condyle incoordination and joint morphological changes: A retrospective study on 268 TMJs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 110(3), e34–e40. <http://doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.04.014>
- Bushberg, J. T., Seibert, J. A., Leidholt Jr., E. M., & Bonne, J. M. (2001). *The Essentials Physics of Medical Imaging* (3rd Edition).
- Couceiro, C. P., & Vilella, O. D. V. (2010). Imagens em 2D e 3D geradas pela TC Cone-Beam e radiografias convencionais: qual a mais confiável? *Dental Press Journal of Orthodontics*, 15(5), 40–41. <http://doi.org/10.1590/S2176->

94512010000500007

Coutinho, A., Fenyó-Pereira, M., Dib, L. L., & Lima, E. N. P. (2006). The role of SPECT/CT with 99mTc-MDP image fusion to diagnose temporomandibular dysfunction. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 101(2), 224–230. <http://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.03.018>

Crow, H. C., Parks, E., Campbell, J. H., Stucki, D. S., & Daggy, J. (2005). The utility of panoramic radiography in temporomandibular joint assessment. *Dentomaxillofacial Radiology*, 34(2), 91–95. <http://doi.org/10.1259/dmfr/24863557>

Dahlström, L., & Lindvall, A. M. (1996). Assessment of temporomandibular joint disease by panoramic radiography: Reliability and validity in relation to tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 25(4), 197–201. <http://doi.org/10.1259/dmfr.25.4.9084273>

Dental, A., & Council, A. (2006). The use of dental radiographs. *The Journal of the American Dental Association*, 137(9), 1304–1312. <http://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0393>

Dofka, C. M. (2000). Dental Terminology Third Edition. *J Am Dent Assoc*, 146(9), 654–655. <http://doi.org/10.1016/j.adaj.2015.07.007>

Doi, K. (2006). Diagnostic imaging over the last 50 years: research and development in medical imaging science and technology. *Physics in Medicine and Biology*, 51, 51:R5–R27. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1088/0031-9155/51/13/R02>

Dworkin, S. F., & LeResche, L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examination and specifications, critique. (1992).

Emshoff, R., Jank, S., Bertram, S., Rudisch, A., & Bodner, G. (2002). Disk displacement of the temporomandibular joint: Sonography versus MR imaging. *American Journal of Roentgenology*, 178(6), 1557–1562. <http://doi.org/10.2214/ajr.178.6.1781557>

Emshoff, R., & Rudisch, A. (2001). Validity of clinical diagnostic criteria for temporomandibular disorders: clinical versus magnetic resonance imaging diagnosis of temporomandibular joint internal derangement and osteoarthritis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 91(1), 50–5.

<http://doi.org/10.1067/moe.2001.111129>

Esperança Pina, J. A. (1999). Artrologia da cabeça” em Esperança Pina, J. A. “Anatomia Humana da Locomoção (2ª Ed, pp. 35–40).

Fialho RODRIGUES, A. (2007). Aplicações da Tomografia Computadorizada na Odontologia. *Pesquisa Brasileira Em Odontopediatria E Clínica Integrada*, 7(3), 317–324. <http://doi.org/10.4034/1519.0501.2007.0073.0020>

Gahleitner, A, Hofschneider, U., Tepper, G., Pretterklieber, M., Schick, S., Zauza, K., & Watzek, G. (2001). Lingual vascular canals of the mandible: evaluation with dental CT. *Radiology*, 220(1), 186–9. <http://doi.org/10.1148/radiology.220.1.r01jl05186>

Galhardo, A. P. M., Da Costa Leite, C., Gebrim, E. M. M. S., Gomes, R. L. E., Mukai, M. K., Yamaguchi, C. A., Gil, C. (2013). The correlation of research diagnostic criteria for temporomandibular disorders and magnetic resonance imaging: A study of diagnostic accuracy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 115(2), 277–284. <http://doi.org/10.1016/j.oooo.2012.10.020>

Garib, D. G., Calil, L. R., Leal, C. R., & Janson, G. (2014). Is there a consensus for CBCT use in Orthodontics? *Dental Press Journal of Orthodontics*, 19(5), 136–49. <http://doi.org/10.1590/2176-9451.19.5.136-149.sar>

Garib, D. G., Raymundo Jr., R., Raymundo, M. V., Raymundo, D. V., & Ferreira, S. N. (2007). Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Revista Dental Press de Ortodontia E Ortopedia Facial*, 12(2), 139–156. <http://doi.org/10.1590/S1415-54192007000200018>

Genovese, W. J. (1996). *Exames complementares na clínica odontológica*. (Peirópolis, Ed.).

Gray, H. (2000). *Anatomy of the Human Body*. Retrieved from Bartleby.com

Hansen, J. T., & Koeppen, B. M. (2002). Netter Atlas of Human Physiology. *Elsevier*, 92.

Helms, A. (1990). Expert Advice Diagnostic Imaging Recommendations of the

Temporomandibular Joint : for Use of the Various Techniques, 319–322.

Hintze, H., Wiese, M., & Wenzel, A. (2007). Cone beam CT and conventional tomography for the detection of morphological temporomandibular joint changes. *Dentomaxillofacial Radiology*, 36(4), 192–197. <http://doi.org/10.1259/dmfr/25523853>

Honey, O. B., Scarfe, W. C., Hilgers, M. J., Klueber, K., Silveira, A. M., Haskell, B. S., & Farman, A. G. (2007). Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: Comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(4), 429–438. <http://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.10.032>

Horger, M., Eschmann, S. M., Pfannenberger, C., Vonthein, R., Besenfelder, H., Claussen, C. D., & Bares, R. (2004). Evaluation of combined transmission and emission tomography for classification of skeletal lesions. *AJR. American Journal of Roentgenology*, 183(3), 655–661. <http://doi.org/10.2214/ajr.183.3.1830655>

Horner, K., Islam, M., Flygare, L., Tsiklakis, K., & Whaites, E. (2009). Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: Consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology. *Dentomaxillofacial Radiology*, 38(4), 187–195. <http://doi.org/10.1259/dmfr/74941012>

Hussain, A. M., Packota, G., Major, P. W., & Flores-Mir, C. (2008). Role of different imaging modalities in assessment of temporomandibular joint erosions and osteophytes: A systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*, 37(2), 63–71. <http://doi.org/10.1259/dmfr/16932758>

Juodzbalsys, G., & Daugela, P. (2013). Mandibular third molar impaction: review of literature and a proposal of a classification. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, 4(2), e1. <http://doi.org/10.5037/jomr.2013.4201>

Karatas, O. H., & Toy, E. (2014). Three-dimensional imaging techniques: A literature review. *European Journal of Dentistry*, 8(1), 132–140. <http://doi.org/10.4103/1305-7456.126269>

Khambete, N., & Kumar, R. (2015). Cone Beam Computed Tomography : A Third Eye for Dental Practitioners. *International Journal of Stomatological Research*,

4(1), 1–7. <http://doi.org/10.5923/j.ijsr.20150401.01>

Küstner, E. C. (2005). *Radiología em Medicina Bucal*. (Elsevier España, Ed.).

Laster, W. S., Ludlow, J. B., Bailey, L. J., & Hershey, H. G. (2005). Accuracy of measurements of mandibular anatomy and prediction of asymmetry in panoramic radiographic images. *Dentomaxillofacial Radiology*, 34(6), 343–349. <http://doi.org/10.1259/dmfr/28020783>

Lewis, E. L., Dolwick, M. F., Abramowicz, S., & Reeder, S. L. (2008). Contemporary Imaging of the Temporomandibular Joint. *Dental Clinics of North America*, 52(4), 875–890. <http://doi.org/10.1016/j.cden.2008.06.001>

Liability, P., & Liability, E. P. (n.d.). Providing everything you expect All in one place. *Practice*.

Limchaichana, N., Nilsson, H., Ekberg, E., Nilner, M., & Petersson, A. (2007). Clinical diagnoses and MRI findings in patients with TMD pain. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(4), 237–245.

Lor, A., & Balc, R. (2014). Utilidad de la resonancia magnética para el diagnóstico de disfunción de la articulación temporomandibular, 2–4.

Mah, J. K., Danforth, R. A., Bumann, A., & Hatcher, D. (2003). Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 96(4), 508–513. [http://doi.org/10.1016/S1079-2104\(03\)00350-0](http://doi.org/10.1016/S1079-2104(03)00350-0)

Manfredini, D., & Guarda-Nardini, L. (2008). Agreement between Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders and Magnetic Resonance Diagnoses of Temporomandibular disc displacement in a patient population. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 37(7), 612–616. <http://doi.org/10.1016/j.ijom.2008.04.003>

Marques, A. P., Perrella, A., Arita, E. S., Pereira, M. F. S. D. M., & Cavalcanti, M. D. G. P. (2010). Assessment of simulated mandibular condyle bone lesions by cone beam computed tomography. *Brazilian Oral Research*, 24(4), 467–474. <http://doi.org/10.1590/S1806-83242010000400016>

Martins Pisco, J., & Aires de Sousa, L. (1999). *Noções fundamentais de imagiologia*.

(Lidel, Ed.).

Melis, M., Secci, S., & Ceneviz, C. (2007). Use of ultrasonography for the diagnosis of temporomandibular joint disorders: A review. *American Journal of Dentistry*, 20(2), 73–78.

Mupparapu, M., & Singer, S. R. (2004). Implant imaging for the dentist. *Journal of the Canadian Dental Association*, 70(1).

NL, F. (2004). *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. (Health Physics. In: White SC; Pharoah MJ; editors., Ed.) (Fifth ed. ).

Okeson, J. P. (2008). Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion (Sixth ed.).

Orhan, K., Nishiyama, H., Tadashi, S., Murakami, S., & Furukawa, S. (2006). Comparison of altered signal intensity, position, and morphology of the TMJ disc in MR images corrected for variations in surface coil sensitivity. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 101(4), 515–522. <http://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.04.004>

Periago, D. R., Scarfe, W. C., Moshiri, M., Scheetz, J. P., Silveira, A. M., & Farman, A. G. (2008). Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images constructed using an orthodontic volumetric rendering program. *Angle Orthodontist*, 78(3), 387–395. <http://doi.org/10.2319/122106-52.1>

Perre, S. Van De. (2006). Imaging of malignant bone tumors, 46(8), 275–280.

Perschbacher, S. (2012). Interpretation of panoramic radiographs. *Australian Dental Journal*, 57 Suppl 1, 40–45. <http://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01655>

Petersson, A. (2010). What you can and cannot see in TMJ imaging--an overview related to the RDC/TMD diagnostic system. *Journal of Oral Rehabilitation*, 37(10), 771-8. <http://doi.org/doi: 10.1111/j.1365-2842.2010.02108>

Petrikowski, C. (2004). *Diagnostic Imaging of the Temporomandibular Joint*. In: White SC, Pharoah MJ, editors. *Oral Radiology: Principles and Interpretation* (Fifth ed. ).

Pharoah, M. J. (1999). The prescription of diagnostic images for temporomandibular

joint disorders. *Journal of Orofacial Pain*, 13(4), 251-300

Recommendations in radiographic practices: an update, 1988. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. (1989). *Journal of the American Dental Association*, 118(1):115.

Roberts, D., Pettigrew, J., Ram, C., & Joseph, P. M. (1984). Radiologic techniques used to evaluate the temporomandibular joint; I. Conventional methods. *Anesthesia Progress*, 31(5), 197–206.

Rocha, J. G. (2007). Radiologia e Medicina Nuclear. In *Universidade do Minho - Departamento de Eletrónica Industrial*.

Rosa, E., & Faria e Souza, I. (2000). *Radiologia Odontológica*. (Editora Artes Médicas Ltda., Ed.) (5ª edição).

Rouvière, H., & Delmas, A. (1999). Anatomia Humana Descritiva, Topográfica y Funcional, Tomo I. Cabeza e Cuello (10ª Ed, pp. 124–128, 137–143). Masson, Barcelona, Espanha.

Sano, T., Yamamoto, M., & Okano, T. (2003). Temporomandibular joint: MR imaging. *Neuroimaging Clinics of North America*, 13(3), 583–595. [http://doi.org/10.1016/S1052-5149\(03\)00033-9](http://doi.org/10.1016/S1052-5149(03)00033-9)

Sarikov, R., & Juodzbaly, G. (2014). Inferior alveolar nerve injury after mandibular third molar extraction: a literature review. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, 5(4), e1. <http://doi.org/10.5037/jomr.2014.5401>

Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is Cone-Beam CT and How Does it Work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707–730. <http://doi.org/10.1016/j.cden.2008.05.005>

SD, F., GW, F., & DM, L. (2006). Panoramic imaging of the temporomandibular joint: an experimental study using cadaveric skulls. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 64(2):223-250

Shintaku, W. H., Venturin, J. S., Langlais, R. P., & Clark, G. T. (2010). Imaging modalities to access bony tumors and hyperplastic reactions of the temporomandibular joint. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 68(8), 1911–

1921. <http://doi.org/10.1016/j.joms.2009.09.023>

Siu, A. S., Chu, F. C., Ka-Lun Li, T., Chow, T.-W., & Deng, F.-L. (2010). Imaging modalities for preoperative assessment in dental implant therapy: an overview Panoramic radiography, (852), 23–30.

Suomalainen, A., Pakbaznejad Esmaeili, E., & Robinson, S. (2015). Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. *Insights into Imaging*, 6(1), 1–16. <http://doi.org/10.1007/s13244-014-0379-4>

Tetradis, S., & Kantor, M. (2014). *Extraoral Radiographic Examinations*. In: White SC, Pharoah MJ, editors. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. (7th Ed.).

Tomas, X., Pomes, J., Berenguer, J., & Quinto, L. (2006). MR Imaging of Temporomandibular Joint Dysfunction: A Pictorial Review 1. *Radiographics*, 765–782. Retrieved from <http://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/rg.263055091>

Wadhwa, S., & Kapila, S. (2008). TMJ Disorders: Future Innovations in Diagnostics and Therapeutics. *Journal of Dental Education*, 8, 930–947.

Wang, M., Cao, H., Ge, Y., & Widmalm, S. E. (2009). Magnetic resonance imaging on TMJ disc thickness in TMD patients: A pilot study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 102(2), 89–93. [http://doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)60116-5](http://doi.org/10.1016/S0022-3913(09)60116-5)

Werner, S. H., Venturin, J. S., & Yepes, J. F. (2009). Application of advanced imaging modalities for the diagnosis of metastatic adenocarcinoma of the lungs in the temporomandibular joint. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 107(6), e37–e41. <http://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.02.027>

Westesson, P. L. (1993). Reliability and validity of imaging diagnosis of temporomandibular joint disorder. *Advances in Dental Research*, 7(2), 137–51. <http://doi.org/10.1177/08959374930070020401>

White, S. C., & Pharoah, M. (2009). *Oral radiology: Principles and Interpretation*. (M. M. St. Louis, Ed.) (6th ed). Retrieved from <http://www.worldcat.org/title/oral-radiology-principles-and-interpretation/oclc/222135146>

White, S. C., & Pharoah, M. J. (2008). The evolution and application of dental maxillofacial imaging modalities (pp. 689–705). *Dental clinics of North America*.



- White, S. C., & Pullinger, A. G. (1995). Impact of TMJ radiographs on clinician decision making. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and*, 79(3), 375–381. [http://doi.org/10.1016/S1079-2104\(05\)80232-X](http://doi.org/10.1016/S1079-2104(05)80232-X)
- Widmalm, S. E., Brooks, S. L., Sano, T., Upton, L. G., & McKay, D. C. (2006). Limitation of the diagnostic value of MR images for diagnosing temporomandibular joint disorders. *Dentomaxillofacial Radiology*, 35(5), 334–338. <http://doi.org/10.1259/dmfr/23427399>
- Wiese, M., Svensson, P., Bakke, M., Oral, C., Pathology, O., List, T., ... Wenzel, A. (2007). Association Between Temporomandibular Joint Symptoms, Signs, and Clinical Diagnosis Using the RDC/TMD and Radiographic Findings in Temporomandibular Joint Tomograms. *Journal of Orofacial Pain*, 239–251.
- Zagalo, C., Santos, J. M. dos, Cavacas, A., Silva, A. J. S., Evangelista, J. G., Oliveira, P., & Tavares, V. (2010). Anatomia da Cabeça e Pescoço e Anatomia Dentária (pp. 53–62).